



**Уральский  
федеральный  
университет**

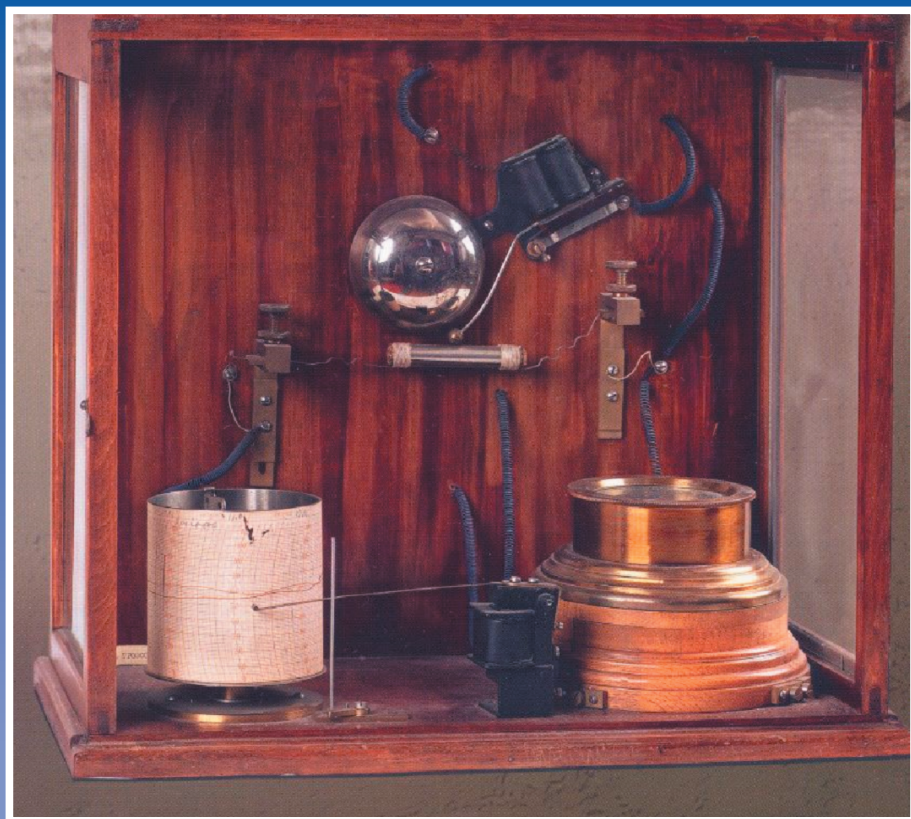
имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина

**Институт радиоэлектроники  
и информационных  
технологий — РТФ**

**А. В. БЛОХИН**

# У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО

Учебное пособие





Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

*Посвящается 120-летию изобретения радио*

**А. В. БЛОХИН**

# **У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО**

Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом УрФУ  
для студентов радиотехнических специальностей  
и направлений подготовки

Екатеринбург  
Издательство Уральского университета  
2016

УДК 621.37:378.096

ББК 32.8

Б70

Рецензенты:

*Б. А. Панченко*, завкафедрой ОПД, проф. Уральского технического института связи и информатики (филиал) Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ»;

*Г. В. Чирков*, проф., д-р техн. наук ООО «Прософт — Системы»

Научный редактор — *О. А. Гусев*, доц., канд. техн. наук, зам. директора ИРИТ-РТФ УрФУ

**Блохин, А. В.**

Б70      У истоков изобретения радио: учебное пособие / А. В. Блохин. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 107, [1] с.  
ISBN 978-5-7996-1703-5

Посвящается 120-летию со дня изобретения радио А. С. Поповым и 125-летию открытия «волн Герца» великим немецким экспериментатором Г. Герцем, работы которого послужили технической основой к изобретению радиосвязи. Излагаются история изобретения радио, предвестники, технические возможности великого изобретения. Предназначается студентам радиотехнических специальностей как учебное пособие к курсам «Введение в специальность», «История и методология науки и техники», может быть полезно при профориентационной работе. Издание второе, дополненное.

Библиогр.: 12 назв.

УДК 621.37:378.096

ББК 32.8

ISBN 978-5-7996-1703-5

© Уральский федеральный  
университет, 2016



# Предисловие

---

**В** 2015 году исполнилось 120 лет со дня возникновения самого быстрого и в большинстве случаев не знающего расстояний средства общения между людьми — радио. Начав с выполнения этой весьма важной, но все же ограниченной функции в человеческом обществе и значительно развив ее впоследствии, радиотехника в наше время превратилась в широчайшую техническую отрасль — радиоэлектронику, глубоко проникающую во многие другие области практической деятельности человека и ставшую средством познания мира.

Наиболее близко к изобретению радио были работы знаменитого во всем мире немецкого физика-экспериментатора Генриха Герца, открывшего в 1886 году «волны Герца». Так называли тогда радиоволны. В пособии также излагаются основные идеи, приборы и имена исследователей, способствующих появлению радиосвязи.

Радио возникло из практической электротехники, или научных исследований по электромагнетизму, поэтому подробно рассматриваются результаты исследований физиков и электриков XVIII и XIX веков, являющиеся так или иначе предшественниками изобретения радио, определяющие научные и технические возможности появления и осуществления великого изобретения.

Предназначается студентам радиотехнических специальностей как учебное пособие к дисциплинам «Введение в специальность», «История и методология науки и техники», выпускникам радиотехнического факультета для «освежения» памяти о нашем знаменитом земляке А. С. Попове — изобретателе радио. Пособие может быть полезным при профориентационной работе среди школьников и абитуриентов.

Автор крайне благодарен А. В. Аминеву за помощь в подборке материала и подготовке его к публикации и О. А. Гусеву за редактирование учебного пособия.

С незапамятных времен человечество в своей практической коллективной деятельности стремилось использовать различные средства связи (способы передачи информации) между отдельными людьми или их группами. Первоначально эти средства основывались на применении таких физических явлений, как свет и звук, превращаемых в условные знаки, воспринимаемые нашими органами чувств — зрением и слухом. По мере развития техники к числу подобных физических посредников прибавилось электричество. Применение его для связи происходило вначале путем использования распространения электрического тока по металлическим проводам или через проводящую почву, далее — на основе электростатической или электромагнитной индукции, позже — по способу трансформации электрической энергии в световую (электро-световая сигнализация) и, наконец, при помощи электромагнитных колебаний.

«Быстрота, с которой распространяются свет, электричество, гальванизм и магнетизм, представлялись всегда как средства, чтобы передавать известия, которые бы требовалось сообщить с возможной поспешностью», — сказал в начале XIX столетия русский ученый П. Л. Шиллинг. Но что касается реализации указанной идеи, то это оказалось не столь уж легким делом, как могло показаться вначале. Даже для создания первых электромагнитных проводных телеграфов потребовалось несколько десятков лет от первоначальных попыток подобного рода, не говоря уже о беспроводных электрических способах связи [1].

Решающим шагом, на долгие годы определившим весь дальнейший прогресс проводной электротелеграфии, а затем и радиотелеграфии, была разработка в 1828 г. упомянутым выше П. Л. Шиллингом первого телеграфного кода, впоследствии, в 1858 г., превращенного в так называемый «кабельный код», и появление в 1844 г. кода Морзе, позже, в 1854 г., положенного в основу кода Европейского телеграфного союза. Наличие кодов было большим достижением человеческой мысли, исключавшим при создании радиосвязи необходимость поисков рациональных способов использования посылок электрической энергии для передачи информации по одному каналу.

Но не только в этом заключалось воздействие проводной связи на радиосвязь. Развитие проводной телеграфии повлияло на оформление техники связи без проводов и в другом отношении. Широкое использование в проводной телеграфии задолго до появления радио таких устройств, как реле, мультипликаторы, а также применение записи сигналов на ленту направляли мысль изобретателя на использование всего этого в схемах для приема и воспроизведения, передаваемых без проводов электрических посылок и тем самым существенно облегчали создание индикаторных элементов будущих радиоприемников.

Проводная электросвязь, возникшая намного раньше радиосвязи, не могла удовлетворить многим потребностям людей в способах их быстрого общения между собой. Ее основные ограничения: необходимость сооружения дорогостоящих линий (наземных, подземных или подводных) и невозможность применения в движении — остаются неизменными и поныне. В связи с этим еще до изобретения радио делались попытки найти электрические способы связи на расстоянии без металлических проводов. Явление проводимости почвы и воды с этой целью пытались использовать: в 1838 г. К. Штейнгейль (1801–1870 гг.), в 1842 г. С. Морзе (1791–1872 гг.), в 1880 г. Д. Трuebas (1843–1923 гг.) и, наконец, в 1886–1887 гг. В. Прис (1834–1913 гг.). Принципы электростатической и электромагнитной индукции в своих опытах по связи применяли в 1879–1880 гг. Д. Юз (1831–1900 гг.), в 1885 г. Т. Эдисон (1847–1931 гг.) и в 90-х годах тот же В. Прис. Но малая дальность действия приборов, основанных на этих способах, весьма ограничила круг их практического использования (позднее ведущий кабель в морской навигации, схемы подслушивания и ближней связи в армии) [2].

Электросветовая сигнализация прежде всего и больше других получила распространение на флоте. Уже в 1877 г. на Черном море будущим адмиралом С. О. Макаровым проводились опыты по осуществлению относительно дальней связи с помощью лучей прожектора, направляемых в небо. Таким способом удавалось иметь связь между Одессой и Очаковым на расстоянии 50 миль. В 1881 г. на Парижской электротехнической выставке в числе флотских экспонатов был «сигнальный фонарь со свечой Яблочкова». В 1884 г. лейтенант Е. П. Тверитинов разработал и осуществил систему «дальней» сигнализации с помощью гирлянды из 40 электрических ламп накаливания, поднимаемой воздушным шаром на высоту 20–80 м. Видимость такого сигнального устройства достигала 30–35 км. Но все эти способы сигнализации и связи были ограничены сравнительно небольшими дальностями действия, и надежность их в сильной степени зависела от метеорологических условий.

К концу XIX столетия потребность в связи без проводов, не зависимой от погоды, на больших расстояниях стала совершенно очевидной: в ней в первую очередь нуждались мореплаватели и военные флоты. И если в рассматриваемое время достаточно совершенные электрические методы связи в виде телеграфа и телефона могли удовлетворять потребности в быстрой и надежной связи на суше, то ничего подобного для морских условий тогда не существовало. Кро-

ме того, еще были живы в памяти величайшие трудности и огромные затраты, связанные с прокладкой и эксплуатацией первых трансатлантических кабелей (1857–1866 гг.). Для крупных капиталистических стран была необходима также постоянная, надежная и быстродействующая связь с колониями и другими отдаленными от метрополий географическими пунктами, важными в политическом или военном отношении.

Как правило, первые шаги во вновь зарождающихся областях техники обычно связаны с предыдущими научными и техническими достижениями, относящимися иной раз к различным разделам человеческих знаний и практики, в каждой технической области всегда можно найти определенную физическую основу. Такой основой для возможности появления радиотехники послужило электромагнитное поле.

Учение об этом поле, до того как оно нашло себе техническое применение, разрабатывалось многими выдающимися учеными на протяжении почти полувека. Еще в 1831 г. М. Фарадей (1791–1867 гг.) в своих «Экспериментальных исследованиях по электричеству» заложил начала наших представлений о воздействии электрических токов, приводящих «находящуюся в непосредственной близости от них материю в некоторое особое состояние, которое до того было безразличным». Дж. Максвелл (1831–1879 гг.) в 1864 г. пришел к мысли о единстве природы световых и электрических колебаний и математически обосновал свои выводы в знаменитом «Трактате об электричестве и магнетизме», опубликованном в 1873 г. Генрих Герц (1857–1894 гг.) в 1886 г. подтвердил классическими опытами правильность подобных взглядов.

После всего этого правомерно было ожидать появления идей, направленных к практическому использованию открытых явлений. Так оно и оказалось.

Видный русский физик О. Д. Хвольсон в работе «Опыты Герца и их значение», напечатанной в журнале «Электричество» в 1890 г., писал: «Опыты Герца пока кабинетные; но что из них разовьется дальше, и не представляют ли они зародыш новых отделов электротехники, этого решить в настоящее время невозможно». А редакция журнала к такому высказыванию ученого добавила: «Например, телеграфия без проводов наподобие оптической».

Английский ученый Вильям Крукс (1832–1919 гг.) в 1892 г., говоря о работах Лоджа в Англии и Герца в Германии, отмечал: «Здесь раскрывается поразительная возможность телеграфирования без проводов, телеграфных столбов, кабелей и всяких других дорогостоящих современных приспособлений».

Известный исследователь Никола Тесла (1856–1943 гг.) в докладе, прочитанном в 1893 г. в Национальной ассоциации электрического света в Сен-Луи, следующим образом выразился по поводу возможности радиотелеграфирования: «Я хочу сказать о передаче осмысленных сигналов, а может быть, даже и энергии, на любое расстояние совсем без помощи проводов. С каждым днем я все более убеждаюсь в практической осуществимости этого процесса, хотя я прекрасно знаю, что большинство ученых не верит в то, что подобные практические ре-

.....

зультаты могут быть быстро достигнуты; тем не менее, все считают, что работы последних лет могут стимулировать опыты в этом направлении. Мое убеждение установилось так прочно, что я рассматриваю этот проект передачи сигналов или энергии уже не просто как теоретическую возможность, а как серьезную задачу, которая ставится перед инженером-электриком и должна быть решена со дня на день» [3].

От этих идей, витавших тогда в воздухе, предстояло в самое ближайшее время перейти к конкретному решению назревшей задачи.

Решение задачи создания радиосвязи надо было начинать с поиска необходимых для этого технических средств.

На первых порах в качестве исходных элементов для создания передающей и приемной частей радиолинии могли быть использованы хорошо известные уже до этого осциллятор (генератор колебаний) и резонатор Герца. Для начала работ в области радиосвязи первый из них был более или менее приемлем: в нем имелась возможность путем изменения длины искрового промежутка управлять мощностью колебаний, изменять частоту их с помощью вариаций размеров вибраторов и осуществлять возбуждение и прекращение колебаний, применяя манипулятор, включенный в первичную обмотку катушки Румкорфа. Второй же прибор был приспособлен только для проведения лабораторных опытов. Он позволял судить о воздействии электромагнитного поля только путем наблюдения миниатюрной искры, проскакивающей в воздушном промежутке проводящего витка [4].

Таким образом, для решения задачи создания радиосвязи основное внимание изобретателей должно было направиться в первую очередь на разработку приемного устройства, на повышение его чувствительности для увеличения дальности передачи сигналов и на обеспечение неискаженного их воспроизведения, а также устойчивого функционирования всей схемы в целом.

Как же могли решаться в то время эти задачи?

Прежде всего, необходимо было обратиться к отысканию иного, во много раз более чувствительного реагента на электромагнитное поле, чем в резонаторе Герца.

В литературе, вышедшей до 1895 г., таких реагентов было описано несколько. Но часть работ, опубликованных достаточно давно (в 1835–1885 гг.), вероятно, не привлекла внимания тех, кто экспериментировал с волнами Герца. А некоторые другие методы, хотя и были описаны позже, но оказались в свое время трудно реализуемыми. Поэтому исторически получилось так, что большинство исследователей волн Герца в своих опытах обратились к использованию проводимости металлических порошков, меняющейся под действием электромагнитных волн.

Указанное явление было подробно описано в 1890 г. и 1894 г. Э. Бранли (1846–1940 гг.). Популяризации этого метода особенно способствовало появление в печати доклада О. Лоджа (1851–1940 гг.) «Творение Герца», прочитанного в Британском королевском обществе 1 июня 1894 г. Таким образом, можно считать, что

к концу 1894 г. в руках всех думавших над возможностью осуществления радиосвязи необходимый для этого чувствительный реагент был. Лодж назвал его когерером. Но в том виде, в каком этот прибор был им применен, регулярный прием радиосигналов оказывался невозможным. Надо было разработать включение когерера в схему так, чтобы он мог воспроизводить поступавшие в него сигналы без искажения и пропусков.

Когерер в наиболее простом оформлении, как известно, представлял собой стеклянную трубку с двумя противоположно размещенными электродами, между которыми находились металлические опилки. При воздействии на такой прибор высокочастотного электромагнитного поля или быстропеременного электрического тока проводимость прибора резко возрастала, но при устранении поля описываемое устройство в свое первоначальное состояние не возвращалось. Для того чтобы вернуть трубку с опилками в исходный режим, ее необходимо было встряхнуть. Зная это, Лодж использовал разные способы: постукивание, вибрации электрического звонка, помещенного на одной доске с трубкой, указывал на возможность применения для той же цели часового механизма и т. д. Но все эти воздействия были случайными, никак не согласованными с поступавшими на когерер сигналами от передатчика. Именно поэтому приемник Лоджа и не был пригоден для радиосвязи.

Поскольку генератор Герца, питаемый от катушки Румкорфа, работал прерывистыми колебаниями, то естественным выходом из создавшегося положения могло служить встряхивание когерера после каждой серии таких колебаний. По этому единственно правильному пути и должны были пойти все те, кто в то время искал способы создания системы радиосвязи. Но для того, чтобы прийти к этому неизбежному решению, от исследователя требовались большая научная прозорливость и инженерное мышление. Введение в схему приемника синхронного встряхивателя в то время оказалось решающим звеном в цепи всех мероприятий, относящихся к изобретению связи без проводов.

Другой важной частью задачи практического воплощения идеи радиосвязи являлась разработка устройств, наилучшим образом излучающих электромагнитную энергию в окружающее пространство и извлекающих ее оттуда. Отыскание наиболее совершенных конструкций таких посредников между электромагнитным полем и аппаратурой было важно для увеличения дальности действия связи без проводов в такой же мере, как и повышение чувствительности приемника.

Идеи использования открытых (разомкнутых) колебательных систем (проводов) для улучшения условий излучения и приема электромагнитных волн высказывались некоторыми исследователями еще до изобретения радиосвязи. Принципиально эти мысли могли оказать существенное влияние на выбор способов увеличения дальности действия средств связи в период их зарождения и дальнейшего совершенствования.

В частности, О. Лодж и Д. Говард в статье, опубликованной в 1889 г., писали, «что для дальних передач линейный осциллятор является наилучшим, — и пояс-

.....

няли: — грозное облако и земля, соединенные громоотводом или линией пробоя, образуют линейный осциллятор; отсюда следует, что эффект излучения и индуцированные электрические колебания могут быть замечены на весьма значительном расстоянии от места вспышки молнии. Возбуждая этот осциллятор очень большой индукционной катушкой, мы констатировали исключительно сильные электрические колебания во всех частях здания, причем электрические искры можно было получить от любой водопроводной трубы или какого-нибудь другого длинного изолированного или неизолированного проводника, а также от больших газовых подвесок и водопроводных кранов в здании путем простого прикосновения к ним перочинным ножом или каким-либо другим острием. Вблизи источника электрических возмущений везде легко можно было извлекать искры из проводников суставом пальца».

Здесь, как мы видим, кратко, но четко изложена вся принципиальная суть того метода излучения и приема радиоволн, который в дальнейшем на практике действительно стал неотъемлемой частью радиосвязи и явился ее отличительной чертой, сохранившейся поныне.

Другой исследователь, уже упоминавшийся нами, Никола Тесла, в докладе, сделанном в 1893 г. в Сен-Луи, в свою очередь, совершенно определенно изложил идею использования на передающем и приемном концах радиолинии заземленных линейных вибраторов с верхней разветвленной частью, правда, дав описанному способу передачи электромагнитной энергии не совсем верное по современным понятиям объяснение [5, 6].

Все сказанное свидетельствует о том, что ко времени изобретения радио идея использования линейных проводов в приемном или передающем устройствах или в том и другом одновременно уже была не нова и должна была в предложениях на систему радиосвязи найти свое практическое применение.

Технические элементы, являющиеся компонентами раннего радио, полностью заимствованы от использовавшихся в практической электротехнике или научных исследований по электромагнетизму. При этом их изобретение нельзя рассматривать в каком-либо системном порядке, так как они появлялись в разное время, в разных странах и на разных континентах. Наиболее удобным является хронологическая последовательность их появления. Далее именно в таком порядке рассматриваются результаты исследований, определяющие технические возможности изобретения радио.



# глава I

Технические возможности:  
устройства и приборы  
предшественников радио.  
Имена и даты

---

## 1.1. Питер ван Мушенбрук. Лейденская банка

---

**М**ушенбрук родился в Лейдене (Голландия) в 1692 г. в семье Яна Йостена ван Мушенбрука, который основал в Голландии производство специализированных научных приборов. Учился в университете г. Лейдена, где



П. Мушенбрук  
(1692–1761 гг.)

получил степень доктора медицины. В 1717 г. переехал в Лондон, познакомился с Ньютоном и учился у него. В 1740 г. занял кафедру философии в альма-матер — университете г. Лейдена, где оставался до конца своей жизни, несмотря на приглашения, поступавшие из Дании, Англии, Пруссии, Испании и России. По наследству владел фирмой, поставляющей научные приборы в разные страны мира, в том числе и в Санкт-Петербург, где заказчиками были академия наук и частные лица.

Мушенбрук известен, прежде всего, своими работами по электричеству. Он обратил внимание на различный характер электризации стекла и янтаря, что способствовало открытию в 1733 году Шарлем Дюфе «смоляного» и «стекольного» (положительного и отрицательного) электричества.



К числу наиболее известных изобретений Мушенбрука принадлежит «лейденская банка» — первый конденсатор (1746 г.), который имеет форму банки с широким горлом, или же просто стеклянного цилиндра. Банка обклеена листовым оловом с наружи и внутри примерно до 2/3 высоты и прикрыта деревянной крышкой, сквозь нее проходит проволока с цепочкой, часть которой лежала на дне банки, также оклеенном оловом внутри и снаружи. Банка может не иметь внешней обкладки. В таком случае при заряде ее надо обхватывать ладонями рук. Такова и была банка в первоначальном виде, когда впервые удар от разряда банки испытал лейденский гражданин Кунеус. Для получения усиленного действия от банок Мушенбрук устроил первую батарею из 3 банок. Гралат, Ватсон, Бевис и др. постепенно улучшили устройство лейденских банок и батарей. Действие лейденских банок то же самое, что и у электрического конденсатора.



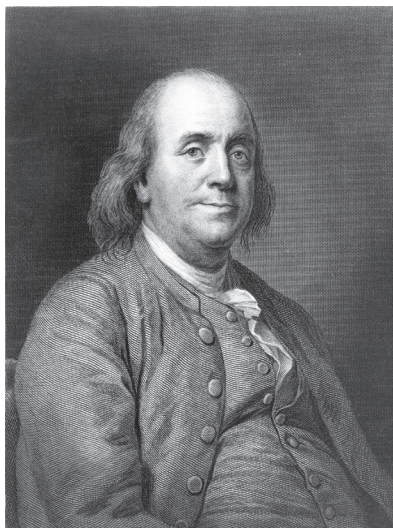
Лейденская банка

Питер ван Мушенбрук отрицал электрическую природу молнии, пересмотрев свои взгляды лишь после знаменитых опытов Франклина. Независимо от Мушенбрука и несколько ранее принцип конденсатора был открыт померанским католическим дьяконом Эвальдом фон Клейстом, поэтому иногда лейденскую банку называют банкою Клейста. Это первый накопитель, запасающий энергию электростатического заряда или поля.

## 1.2. Бенджамин Франклин. Молниеотвод

---

Б. Франклин родился в Бостоне в 1706 г. Американский государственный деятель и ученый. Университетского образования не имел, но много времени отдавал самообразованию. Самостоятельно изучил французский, итальянский языки и латынь. Заинтересовался явлениями электричества в 1746 г., когда в филаделфийскую библиотеку прислали «Электрическую трубку», дававшую при трении ее большой заряд.



Б. Франклин  
(1706–1790 гг.)

Для проверки гипотезы об электрической природе молнии Франклин в 1752 г. провел свой знаменитый эксперимент с воздушным змеем, благодаря которому стал известен как ученый.

Эксперимент состоял в следующем. К воздушному змею был приспособлен шнурок, в который вплетена медная проволока. Это была антенна. Шнурок наматывался особым воротом, изолированным от земли. Ось ворота была соединена с кондуктором, откуда искры через воздушный промежуток могли перескакивать в металлический шар, соединенный с землей. Франклин и его коллеги наблюдали искру в воздушном промежутке между антенной и заземлением. Таким образом, была доказана электрическая природа молнии. Этот опыт произвел сенсацию и стимулировал развитие электрических исследований.

Идея о молниеотводе появилась у Франклина вместе с гипотезой об электрическом происхождении молний еще в 1748 г. В работе «Взгляды и предположения касательно свойств и действий электрической субстанции ...» (1749 г.) он описал возможную конструкцию молниеотвода: «... не могут ли сведения об этой силе заостренных предметов принести пользу человечеству в деле спасения домов, храмов, кораблей и т. п. от удара молний, побудив нас устанавливать на самых высоких местах этих зданий вертикальные железные прутки, заостренные как иглы, а от их основания опускать вниз проволоку снаружи здания до земли, или по борту корабля до земли? Не отведут ли острия электрический огонь из тучи тихо, и тем самым, не спасут ли они нас от самого внезапного и ужасного зла?».

Экспериментальным прототипом изобретения молниеотвода для Франклина являлся католический собор в Филадельфии, построенный в готическом стиле и имеющий металлическое покрытие верхнего остроконечного шпиля и металлический каркас, уходящий до земли.

Б. Франклин — автор общей теории электрических явлений и связанной с ней новой терминологией (понятия положительного и отрицательного электричества, проводника, батареи и т. п.). Франклин объяснил действие лейденской банки и роль диэлектриков.

### **1.3. Георг Вильгельм Рихман.**

#### **Исследования атмосферного электричества**

---

Г. В. Рихман — русский физик 1711 г. рождения, с 1741 г. являлся профессором Санкт-Петербургской академии. Рихман совместно с М. В. Ломоносовым ак-

тивно занимался изучением атмосферного электричества. Кстати, Ломоносов в тандеме ученых сначала играл не первую роль, так как кабинетом физики заведовал Рихман, оборудовавший все по последнему слову техники того времени. В его распоряжении было целое собрание электрических машин (похожих на сегодняшнюю школьную электростатическую машину), многие выполнены первооткрывателем лейденской банки Мушенбруком. Рихман изобрел электрометр — прибор, позволяющий измерить силу электрического заряда.

К проведению экспериментов с атмосферным электричеством ученых подтолкнула публикация научного труда Б. Франклина. Ломоносов и Рихман решают повторить опыты Франклина и углубить их. Рихману, кроме того, не терпелось приспособить свой электрометр к измерению электрической силы молнии. 6 сентября 1753 г. во время сильной грозы Рихман поспешил к своему прибору. Прибор представлял собой следующее. Выведенный на крышу железный прут с проволокой (антенна), вместо разрядника Рихман включил конденсатор (лейденская банка), а параллельно конденсатору — электрометр. Заземлением служил железный лист, на котором стоял стол с прибором. Когда Рихман находился вблизи своего электрометра, в лоб ему ударил голубоватый огненный шар.

По свидетельству Ломоносова, ученый пострадал от шаровой молнии, проникшей в здание с улицы.



Г. Рихман  
(1711–1753 гг.)



Гибель Рихмана



М. В. Ломоносов  
(1711–1765 гг.)

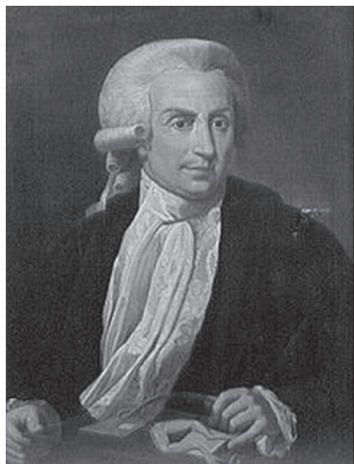
Ломоносов, проводивший в это время у себя дома тот же опыт на такой же аппаратуре, был в момент удара молнии отвлечен от опыта домашними делами, поэтому не пострадал.

Трагедия в связи со смертью Рихмана подтолкнула к поиску защиты от молний и разработке мер безопасности при работе с электричеством. Особенностью же прибора Рихмана являлось то, что в качестве индикатора, в отличие от опыта Франклина, являлся первый в мире электроизмерительный прибор экспериментального наблюдения — электрометр, который в отличие от уже использовавшегося электроскопа, был «снабжен деревянным квадрантом с градусной шкалой для измерения степени электричества».

На основе проведенных опытов в конце 1753 г. в виде доклада в академии Ломоносовым была представлена теория атмосферного электричества, которая в полной мере соответствует современным взглядам.

#### 1.4. Луиджи Гальвани. Теория «животного электричества»

---



Л. Гальвани  
(1737–1798 гг.)

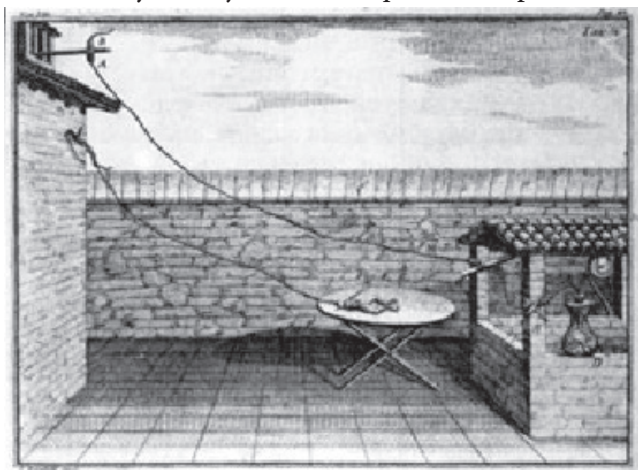
Л. Гальвани — итальянский врач, физиолог и физик, один из основателей электрофизиологии и учения об электричестве. Родился в Болонье. Окончил Болонский университет, в котором и работал.

В 1791 г. в «Трактате о силах электричества при мышечном движении» было описано сделанное Гальвани знаменитое открытие. Сами явления, открытые Гальвани, долгое время в учебниках и научных статьях назывались «гальванизмом». Этот термин до сих пор сохраняется в названиях некоторых аппаратов и процессов.

Сущность открытия состояла в явлении сокращения мышц препарированной лягушки (т.е. отрезанной лапки лягушки) под действием электрического тока. В качестве источника электричества Гальвани использовал атмосферное электричество, или электрофорную машину. Схема Гальвани состояла из антенны — длинного провода, выведенного на крышу здания, мышцы препарированной лягушки и заземления — провода, соединяющего мышцу с водой в колодце. При грозовых разрядах мышца лягушки начинала сокращаться. Это была схема прием-



ника электромагнитных колебаний с биологическим индикатором-детектором. Вскоре Гальвани обнаружил, что мышцы лягушки сокращаются и в отсутствии внешнего источника тока, при простом наложении на них двух разных металлов, соединенных проводником. Гальвани объяснил это явление существованием «животного электричества», благодаря которому мышцы заряжаются подобно лейденской банке. К проверке этого явления приступил известный физик А. Вольта, имевший все существующие в то время электротехнические средства.



Опыт Л. Гальвани. Гравюра 1791 г.

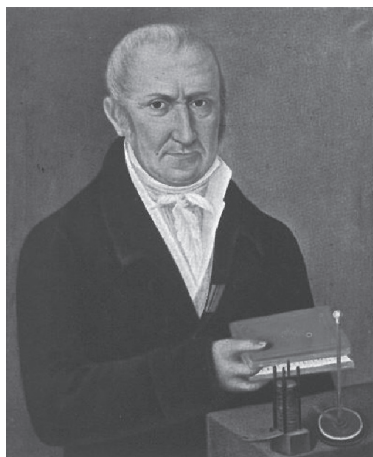
Основы гальванотехники были заложены Гальвани более 200 лет назад. Он исследовал преобразование химической энергии в электрическую (аккумуляторы, батареи). Обратное преобразование описанных Гальвани процессов — это электролиз, т. е. превращение электрической энергии в химическую, или форсирование химических реакций электрическим током. Воздействие электрического тока на электролиты вызывает химическую реакцию, которая приводит к тому, что один из электродов покрывается тонким слоем металла. В память о Луиджи Гальвани этот процесс называют «гальванизацией».

### 1.5. Алессандро Вольта. Вольтов столб

---

Итальянский физик Алессандро Джузеппе Антонио Анастасио Джероламо Умберто Вольта родился в 1745 г. в городке Комо близ Милана. Учился в школе в Комо, где проявил интерес к естественным наукам. Работы Вольта посвящены электричеству, химии и физиологии. Вольта изобрел ряд электрических приборов (электрофор, электрометр, конденсатор, электроскоп и др.).

В 1792–1794 гг. Вольта заинтересовался «животным электричеством», открытым Л. Гальвани. Провел ряд опытов, повторяя эксперименты Гальвани, показал, что наблюдаемые явления связаны с наличием замкнутой цепи, состоящей из двух



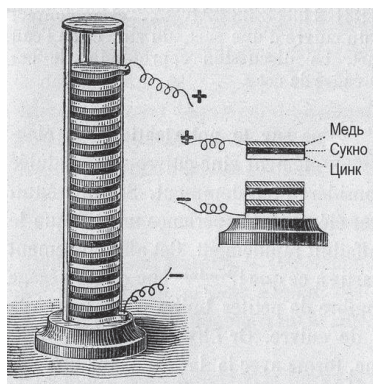
А. Вольта  
(1745–1827 гг.)

разнородных металлов и жидкости. Проведя опыты с разными парами электродов, Вольта установил, что физиологическое раздражение нервов тем сильнее, чем дальше отстоят друг от друга два металла в следующем ряду: цинк, олово, свинец, железо, латунь и т.д. до серебра, ртути, графита. Этот знаменитый ряд напряжений (активностей), открытый Вольта, и составил ядро эффекта. Мышца лягушки была лишь пассивным, хотя и очень чувствительным электрометром, а активными звеньями цепи являлись металлы.

Продолжая опыты, в 1800 г. Вольта изобрел первый в истории источник постоянного напряжения и тока — вольты столб, по непонятной причине чаще называемый гальваническим элементом, состоящий из 20 пар кружочков из двух

разных металлов, разделенных смоченными соленой водой или раствором щелочи прослойками из ткани или бумаги.

Вольты столб возвестил о наступлении новой эпохи — эпохи электричества. Изобретение вольты столба доставило Вольта всемирную славу и оказало огромное влияние на развитие науки об электричестве. Именем Вольта названа единица напряжения — вольт.



Вольты столб

Открытия Гальвани и Вольта побудили русского ученого электротехника Василия Владимировича Петрова (1761–1834 гг.) провести серию самостоятельных оригинальных опытов. В 1802 г. выдающимся успехом стало открытие В.В. Петровым явления электрической дуги и доказательство возможности ее практического применения для освещения, плавки, сварки металлов и восстановления их из руд. Для этого он использовал большую гальваническую батарею, состоящую

из 2100 медно-цинковых элементов с напряжением 1700 В, а чуть позже соорудил батарею из 4200 медных и цинковых кружочков с прокладками из картона, пропитанными электролитом, с напряжением 3400 В. Общая длина этой батареи составляла 12,2 м. В 1803 г. Петров издал свой труд под названием «Известия о гальвани-вольтовых опытах». Это была первая публикация на русском языке по гальванизму. В.В. Петров — первый русский электротехник. К сожалению, работы Петрова остались неизвестными на западе, так как он писал на русском языке, а западные публикации выходили на английском языке либо на латыни.



Предполагаемый портрет В. В. Петрова

### 1.6. Ханс Кристиан Эрстед. Связь электрических и магнитных явлений

---

Х. К. Эрстед родился в 1777 г. в городке Рудкебинге (Дания). Его отец был бедным аптекарем. Образование Эрстед получил в частном порядке. С 12 лет помогал отцу в аптеке, заинтересовался естественными науками. В 1795 г. поступил в Копенгагенский университет и окончил его, получив звание фармацевта высшей ступени. Преподавал в университете физику и химию — фундаментальные науки для естествоиспытателя. В 1801 г. защитил докторскую диссертацию и отправился на стажировку во Францию, Германию, Голландию.

В 1819 г. в Копенгагенском университете состоялась лекция Эрстеда с демонстрацией опыта: магнитная стрелка компаса отклонялась под воздействием проводника с током. Это первое наглядное подтверждение существования прямой связи между электричеством и магнетизмом: магнитные силовые линии окружают проводник с током или электрический ток является вихрем магнитного поля. Именем Эрстеда названа единица измерения напряженности магнитного поля — эрстед.



Х. Эрстед  
(1777–1851 гг.)

### 1.7. Майкл Фарадей. Электромагнитная индукция

---

М. Фарадей родился в 1791 г. в поселке Ньюингтон близ Лондона в бедной семье кузнеца. Не сумел получить систематическое образование, но рано проя-



М. Фарадей  
(1791–1867 гг.)

вил любознательность и страсть к самообразованию. При содействии знаменитого физика Гемфри Деви Фарадей был принят лаборантом Королевского института, а потом ассистентом. С 1815 г. он приступил к экспериментальной работе. С 1820 г. Фарадея увлекла проблема исследования связей между электричеством и магнетизмом. Он ставил задачу «превратить магнетизм в электричество». Но только в 1831 г. Фарадей нашел, наконец, решение проблемы, открыв электромагнитную индукцию. С этого момента трудности на пути внедрения электрической энергии стали чисто техническими, так как инженеры и физики занялись конструированием все более совершенных электрических устройств. Так, генератор переменного тока Ипполита Пикси появился еще при жизни Фарадея (1832 г.). Таким образом Фарадей открыл третий вид проявления электрической

энергии — индукционное электричество (после статического и гальванического электричества). Показав с помощью экспериментов, что только переменный магнитный поток создает электрический ток и, наоборот, изменяющийся электрический ток создает магнитное поле, Фарадей предсказал явление электромагнитных волн, распространяющихся подобно волнам в воде от брошенного камня.

### 1.8. Павел Львович Шиллинг. Первый электромагнитный телеграф

---



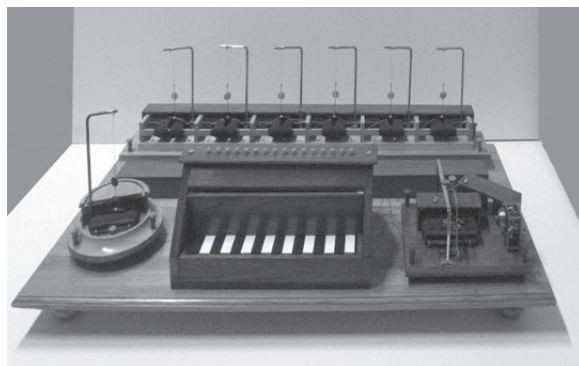
П. Шиллинг  
(1786–1837 гг.)

П. Л. Шиллинг 1786 г. рождения — русский дипломат, изобретатель-электротехник. После окончания кадетского корпуса был принят на службу в коллегию иностранных дел, Член-корреспондент Петербургской академии наук. Участник войны 1812 г.

В 1832 г. установил в Петербурге при помощи механика И. А. Швейкина первый в истории электромагнитный телеграф. Прибор, созданный Шиллингом, имел стрелочную индикацию передаваемых по электрическим проводам сигналов, которые легко расшифровывались в буквы оператором приемного телеграфного аппарата.

Хорошее знание языков и систем шифрования позволили Шиллингу создать для телеграфных целей специальный шестизначный код. Этот код и определял количество стрелочных индикаторов в его телеграфной системе.





Телеграфный аппарат Шиллинга

Позже Шиллинг создал и однострелочный двухпроводной телеграф с двоичной системой кодирования сигналов.

Успешные испытания аппарата способствовали в 1836 г. постройке подземной телеграфной линии между крайними помещениями Главного Адмиралтейства. В 1837 г. Шиллинг на основании «высочайшего повеления» получил предписание построить линию электрического телеграфа между Санкт-Петербургом и Кронштадтом. Однако внезапная смерть помешала осуществлению этого проекта.

В 1839 г. были построены телеграфные линии: Зимний дворец — здание Главного штаба, Петербург — Царское село, Петербург — Москва (1852 г.).

### 1.9. Борис Семенович Якоби. Телеграфный аппарат, печатающий буквы

---

Б. С. Якоби — немецкий и русский физик-изобретатель. Родился в состоятельной семье. Его отец был личным банкиром короля Пруссии Фридриха Вильгельма III. Учился сначала в Берлинском, а затем в Геттингенском университетах.

В 1834 г. в Кенигсберге увлечения Якоби физикой приводят к серьезному изобретению — первому в мире электродвигателю с непосредственным вращением рабочего вала. Двигатель постоянного тока мощностью 15 Вт с частотой вращения вала 80–120 оборотов в минуту.

Наиболее значительные успехи достигнуты в области телеграфии. Якоби сконструировал телеграфный аппарат синхронного действия с непосредственной индикацией в приемнике передаваемых



Б. С. Якоби  
(1801–1874 гг.)

букв и цифр и первый в мире буквопечатающий аппарат (1850 г.). После смерти Шиллинга руководил строительством телеграфных линий в Санкт-Петербурге и до Царского села и оборудованием их телеграфными аппаратами. Якоби предложил и построил около десяти конструкций телеграфных аппаратов.

Много сделал ученый и для отечественного электротехнического оборудования. Он построил ряд электротехнических приборов: вольтметр, проволоочный эталон сопротивления, несколько конструкций гальванометров, регулятор сопротивления.

Важное значение для России имели труды Якоби, касающиеся организации электротехнического образования. В начале 1840-х годов он составил и прочитал первые курсы прикладной электротехники, подготовил программу теоретических и практических занятий.

## 1.10. Джозеф Генри. Электромагнитное реле



Д. Генри  
(1797–1878 гг.)

Д. Генри родился в 1797 г. в городке Олбани (штат Нью-Йорк) в бедной семье. Обучался в академии Олбани. Любопытство к земному магнетизму привело его к экспериментам с магнетизмом в целом. Он первым применил новую технологию создания электромагнита с использованием обмоток с изолированным проводом, намотанного на железный сердечник. Сумел создать «силовые» электромагниты с подъемной силой до 325 кг при собственном весе магнита 10 кг.

В 1835 г. Генри изобрел электромагнитное реле в таком виде, как мы используем этот элемент сейчас. К числу изобретений Генри относится и изобретение электромагнитного телеграфа, работавшего на территории Принстонского колледжа и передававшего сигналы на расстояние в одну милю. Этим изобретением он опередил Морзе на 6 лет.

Создавая магниты, Генри открыл новое явление — самоиндукцию. Независимо от Фарадея обнаружил взаимоиндукцию, но Фарадей раньше опубликовал свои результаты.

Работы Генри по электромагнитным реле были основой для электрического телеграфа, изобретенного Морзе и Уинстоном независимо от самого Генри.

В 1840 г. Генри показал, что разряд конденсатора имеет колебательный характер, что позволяет получить колебания с высокими частотами.

Генри одним из первых отказался от «физиологического» детектора Гальвани и применил свой приемник электромагнитных колебаний. Его детектор представлял собой катушку с расположенными внутри ее иглами. Прием фиксировался по магнитному действию поля катушки на иглы. В 1842 г. Генри сообщил,

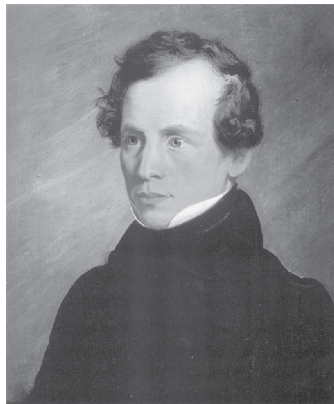
что сигналы от электрофорной машины с излучающим проводом-антенной принимались им в здании на расстоянии 10 м через два межэтажных перекрытия. При подключении к приемнику антенны в виде провода и заземления им был получен прием излучений от отдаленных грозových разрядов.

### 1.11. Сэмюель Финли Бриз Морзе. Электромагнитный пишущий аппарат и код Морзе

---

С. Морзе — американский изобретатель и художник. Родился в 1791 г. в городе Чарлзтон штата Массачусетс в богатой американской семье. Отец его был известным географом и священником. В Йельском колледже, где он учился, его привлекли лекции по электричеству.

В 1837 г. он построил свой телеграф и разработал предложенную им систему передачи букв и цифр точками и тире, известную во всем мире как код Морзе. С помощью кода Морзе осуществлялось кодирование и декодирование информации при передаче ее по проводной линии. Газеты, железные дороги и банки быстро нашли применение его телеграфу. Телеграфные линии моментально оплели весь мир.



С. Морзе  
(1791–1872 гг.)

### 1.12. Генрих Даниэль Румкорф. Катушка Румкорфа

---

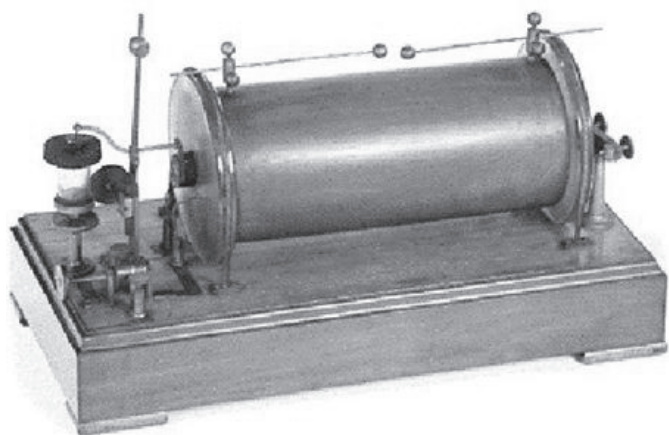
Г.Д. Румкорф родился в Ганновере в 1803 г. В 1840 г. основал механическую мастерскую и магазин, которые заслужили добрую репутацию за высокое качество его электрических приборов.

Румкорф приобрел широкую известность устройством индукционного аппарата, ныне повсюду употребляемого под названием катушки Румкорфа — устройства для получения импульсов высокого напряжения. Запатентовал это устройство в 1851 г.

Во всех устройствах раннего радио в опытах Герца, Эдисона, Лоджа, Хьюза, Попова, Маркони и других исследователей в качестве источника электромагнитных колебаний использовалась катушка Румкорфа с прерывателем в первичной цепи.



Г. Румкорф  
(1803–1877 гг.)



Катушка Румкорфа

### 1.13. Махлон Лумис. Первая в истории радиопередача

---



М. Лумис  
(1826–1886 гг.)

М. Лумис родился в 1826 г. в г. Оппенхеме близ Нью-Йорка в семье профессора Н. Лумиса. Интерес к электрическим явлениям появился у М. Лумиса в 1860 г., когда ему исполнилось 34 года. Предметом его исследований были сначала электрические разряды в верхних слоях атмосферы. Эксперименты с длинными проводами, поднятыми с помощью воздушных змеев на большую высоту, натолкнули его на мысль о возможности создания беспроводного телеграфа, так как, по его наблюдениям, провод, поднятый вверх, вызывает изменение тока в другом проводе, также поднятом вверх и находящимся на некотором расстоянии от первого.

В 1868 г., когда Попову было 9 лет, а Маркони еще не родился, Лумис демонстрировал группе американских конгрессменов и ученых работу беспроводной линии на расстоянии 22 км. Воздушные змеи поднимали провода на высоту 190 м. На при-

емной стороне в провод был включен гальванометр. Когда на передающей стороне провод соединялся с землей, ток в приемном проводе резко менялся, вызывая отклонение стрелки гальванометра. Причиной работы системы Лумис объяснил распространением радиоволн вдоль поверхности Земли, что поразительно. Ведь только через 19 лет были проведены опыты Герца, доказавшие ре-

альность существования радиоволн. В 1872 г. Лумис получил патент на систему беспроводного телеграфа. Однако его идеи и технические новинки не были поддержаны, хотя он обращался за поддержкой в Сенат США. Через 23 года состоялась демонстрация другого устройства — радио, изобретенного преподавателем физики А. С. Поповым. Однако достижения Лумиса трудно переоценить.

### 1.14. Элиу Томсон. Формула Томсона.

#### Беспроводная передача и прием сигналов

---

Э. Томсон родился в 1853 г. в британском Манчестере. Затем семья переехала в Филадельфию, где он закончил среднюю школу и преподавал в ней. С 1873 г. стал проводить исследования в области электротехники.

Является автором известной формулы, названной его именем, определяющей резонансную частоту колебательного контура, состоящего из катушки индуктивности и конденсатора:

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

В 1875 г. профессор Томсон провел и в начале 1876 г. описал в журнале Франклинского института эксперименты с передачей сигналов внутри здания на расстоянии 25 метров. Передатчиком служила катушка Румкорфа с искровым разрядником. Детектор (индикатор) волн представлял собой стержень с искровым промежутком. При включении передатчика в искровом промежутке приемника проскакивали искры. Впоследствии подобная схема была применена и описана в 1889 г. Герцем. Для удобства наблюдения искровой разрядник приемника был защищен от света корпусом с линзовым окуляром. Конструкция этого приемника была разработана Т. Эдисоном.



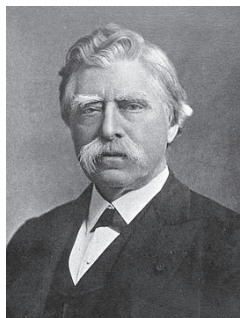
Э. Томсон  
(1853–1937 гг.)

### 1.15. Дэвид Эдвард Хьюз. Буквопечатающий телеграфный аппарат. Микрофон

---

Д. Э. Хьюз родился в 1831 г. в семье музыкантов. Известный английский инженер и изобретатель, известный не только у себя на родине, но и в США. С 1853 г. Хьюз работал над изобретением буквопечатающего телеграфного аппарата, запатентованного в 1856 г. В этом же году аппарат Хьюза был применен для связи Ворчестера и Спрингфилда в Массачусетсе. В 1860-х годах аппарат Хьюза получил широкое распространение по всей Европе.





Д. Хьюз  
(1831–1900 гг.)

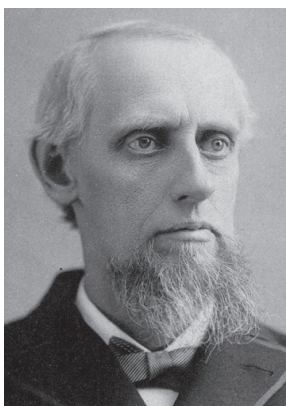
В 1877 г. Хьюзом был изобретен угольный микрофон, который впоследствии был доработан Эдисоном и в таком виде этот микрофон дошел до наших дней.

Д. Э. Хьюз в 1879 и 1880 годах демонстрировал ряду ученых опыт передачи сигнала без проводов на расстоянии до сотен метров. Передатчиком служила катушка Румкорфа. В приемнике использовался изобретенный им микрофон как детектор радиоволн. Для воспроизведения сигналов использовался телефон. В опыте участвовали английские физики У. Прис, У. Крукс, Дж. Стокс, Т. Хасли и др.

### **1.16. Амос Эмерсон Долбер. Беспроводной телеграф.**

#### **Передача речи по эфиру**

---



А. Долбер  
(1837–1910 гг.)

А. Долбер заложил основу для свершения великих открытий в истории США, но не взирая на это труды его так и не получили должного признания. Долбер раньше А. Белла изобрел телефон. Раньше Попова и Маркони запатентовал беспроводной телеграф. Тем не менее большинство ученых до сих пор пренебрегает вкладом Долбера в эти устройства.

В 1882 г. А. Долбер проводил опыты беспроволочного телеграфирования. В передатчике с катушкой Румкорфа он применил вертикальную антенну (патент на беспроволочный телеграф США № 350.299 от 24.03.1882 г.). Дальность телеграфной связи достигала 20 км. Помимо телеграфирования Долбер проводил опыты беспроводной передачи речи. Для этого первичную обмотку катушки Румкорфа он питал от микрофона. Прием, хотя и с искажениями, был в этих опытах достигнут на расстоянии 1 км. Приемником служил изобретенный им же «электростатический телефон». Устройство представляло собой конденсатор с двумя круглыми металлическими пластинами 6 см в диаметре и с воздушной прослойкой. Когда на пластины подавался сигнал, то одна из них, гибкая, играющая роль мембраны, формировала звук.

### **1.17. Томас Альва Эдисон. Переносной приемник электромагнитных колебаний**

---

Т. А. Эдисон родился 11 февраля 1847 г. в маленьком городке Милане, штат Огайо. Игрушки и детские забавы не привлекали мальчика, и про него впослед-

ствии говорил сам отец: «Томас не знал детских игр, его забавами были паровые машины и механические поделки».

Все свое первоначальное образование Томас получил от матери, опытной учительницы. Эдисон только два месяца учился в школе, и его единственным наставником была мать. Она не только дала ему основательное элементарное образование, но и развила в нем настоящую любовь к знаниям и то стремление учиться и приобретать знание ради него самого, которое отличало мальчика с десятилетнего возраста. То есть величайший и всемирно известный американский ученый — изобретатель XX века Томас Эдисон даже не имел формального образования, что совершенно не огорчало его. Он предпочитал не знать о том, что что-то невозможно.



Т. Эдисон  
(1847–1931 гг.)

За свою жизнь Эдисон получил 1093 патента в США. Если разделить на количество лет работы Эдисона, то получится в среднем 1,5 патента в месяц. Кроме этого, у него есть еще около 3 тысяч патентов по всему миру. Стоимость всех его компаний на то время оценивалась в 15 млрд долларов. Созданная им компания «Дженерал Электрик» и сегодня является одной из крупнейших компаний мира.

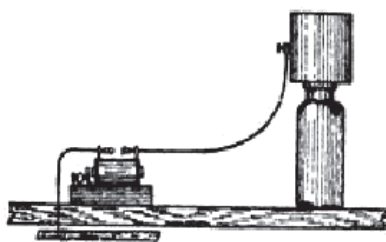
Он усовершенствовал телеграф, телефон, киноаппаратуру, разработал один из первых коммерчески успешных вариантов электрической лампы накаливания, изобрел фонограф. Именно он предложил использовать в начале телефонного разговора слово «алло».

Разрабатывая разные системы телеграфов и изучая их особенности, Эдисон понимал, сколько трудностей в экономическом и эксплуатационном отношениях создает линия связи. Его всегда интересовала проблема дистанционного эффекта посредством индукционного взаимодействия не связанных между собой контуров. Этой проблемой он начал заниматься в 1875 г., когда были уже позади очень трудоемкие работы его по квадруплексной телеграфии.

Можно понять логический приход Эдисона к этой проблеме. Если квадруплексная телеграфия позволила значительно более экономично использовать однопроводную линию, то нахождение применимого на практике метода телеграфирования без проводов имело бы громадное значение.

К различным методам разрешения этой проблемы Эдисон неоднократно возвращался в 80-к 90-х годах. Уже в 1875 г. он предсказал, что в будущем связь будет осуществляться без такой «обузы», как провода.

В 1876 г. Эдисон сконструировал первый в мире переносной приемник электромагнитных колебаний и тем самым доказал возможность беспроводной передачи электрической энергии.



Индукционная катушка с разрядником



Переносной приемник

### Переносной приемник Эдисона

Передатчиком была катушка с разрядником, а приемником — коробка с двумя металлическими стержнями и регулируемым промежутком между ними. Искорка между остриями стержней, возникающая при разряде индукционной катушки, наблюдалась на расстоянии около 30 м.

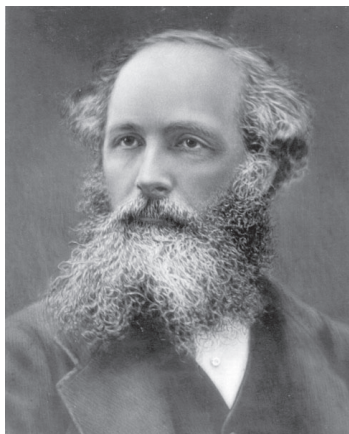
Приемник использовался для демонстрации возможности передачи электрической энергии через пространство без помощи проводов. О применении приемника для передачи информации у Эдисона не возникло никаких мыслей.

Представление его о физике обнаруженного явления были тоже не совсем ясными, так как электромагнитные колебания (радиоволны) еще не были открыты.

## 1.18. Джеймс Клерк Максвелл.

### Предсказание электромагнитных волн

---



Д. Максвелл  
(1831 – 1879 гг.)

Д. Максвелл родился в 1831 г. в г. Эдинбурге (Шотландия). Британский физик, математик и механик. Закончил Эдинбургский университет. Член Лондонского королевского общества. Максвелл заложил основы современной классической электродинамики (уравнения Максвелла), ввел в физику понятия тока смещения и электромагнитного поля, получив ряд следствий из своей теории (предсказание электромагнитных волн, электромагнитной природы света, давление света и др.).

Под влиянием идей Фарадея и Томсона Максвелл пришел к выводу, что магнетизм имеет вихревую природу. Придумал правило буравчика, связывающее направление тока и магнитного поля, обосновал ток смещения. Ток смещения привел к уравнению непрерывности для электрического заряда, то есть к представлению о незамкнутых токах (ранее все токи считались замкнутыми).



В 1873 г. вышел труд Максвелла «Трактат об электричестве и магнетизме». В трактате содержались основные уравнения электромагнитного поля, ныне известные как уравнения Максвелла. Они были представлены в не слишком удобной форме (через скалярный и векторный потенциалы) и их было много — двенадцать. Впоследствии Герц и Хевисайд переписали их через векторы электрического и магнитного поля, получив в итоге четыре уравнения. Непосредственным следствием этих уравнений стало предсказание существования электромагнитных волн, открытых Герцем в 1886–1888 годах.

### 1.19. Эдуард Бранли. Когерер

---

Родился Э. Бранли в Амьене в 1844 г., образование он получил в известной Высшей нормальной школе, которую успешно закончил в 1868 г.

В 1873 г. Бранли получил степень доктора наук, в 1882 г. — степень доктора медицины. В период с 1875-го по 1897 гг. он занимал пост профессора физики, с 1897 по 1916 гг. — профессора медицины.

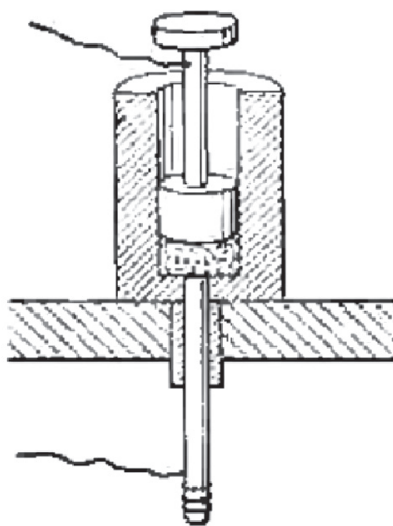
Самое известное свое творение — когерер — Бранли разработал в 1890 г. Построено устройство было на основе открытий, сделанных Темистокле Кальцекки-Онести — этот итальянский физик еще в 1884 г. показал, что металлические опилки в трубке из изолирующего материала с двумя подключенными электродами могут под воздействием внешнего сигнала проводить электроток. В ходе дальнейших исследований стало ясно, что обычно обладающие сравнительно большим сопротивлением, опилки под внешним сигналом в сопротивлении изрядно теряют. Вернуть былое сопротивление опилкам могло элементарное физическое воздействие (встряхивание). Вскоре эффект удалось объяснить — основное сопротивление опилкам обеспечивал тонкий слой окисла, их покрывавший. Сигнал правильной мощности пленку окисла разрушал, тем самым оставляя в трубке вполне проводящий металл и повышая проводимость конструкции в целом.

Когерер Бранли оказался чрезвычайно полезным при детектировании радиоволн, сам термин «радио», кстати говоря, приписывают также Бранли.

Впоследствии в своих радиоприемниках когерер использовал О. Лодж, А. Попов и Г. Маркони.



Э. Бранли  
(1844–1940 гг.)



Когерер Бранли

Первую модель «радиопроводника» («радиокондуктора») Бранли продемонстрировал в 1890 г, сам термин «когерер» предложен был в 1893 г. О. Лоджем.

На основе изобретенного им когерера Бранли сконструировал и построил приемник электромагнитных колебаний. Собранную схему он поместил в замкнутый металлический ящик с небольшим отверстием для выхода проволоочной антенны. Даже без применения каких-либо антенных устройств нулевой стрелочный индикатор реагировал на разряды индукционной катушки Румкорфа на расстоянии более 20 м, через три большие комнаты.

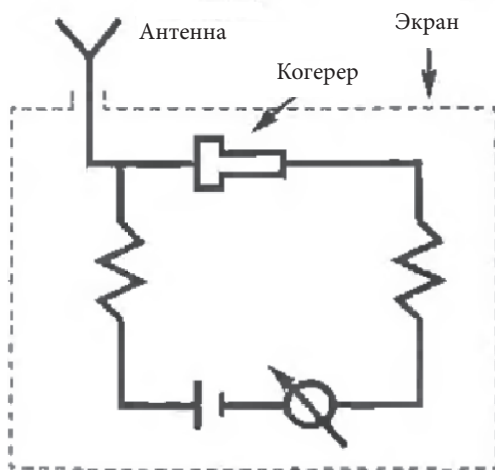


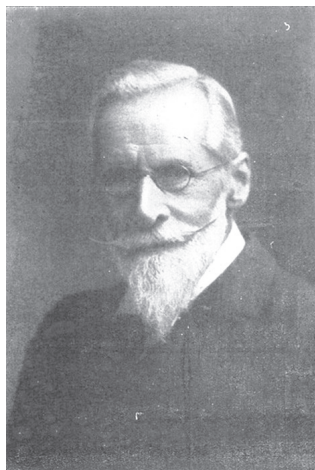
Схема приемника Э. Бранли

При ручном встряхивании радиокондуктора стрелка прибора возвращалась в нулевое положение, и цикл повторялся. Бранли же установил, что изменение длины проволоки, выходящей из экранированного ящика, отражается на дальности индикации электромагнитных колебаний. Кроме того, он исследовал влияние экранирования на работу прибора.

Но приемник электромагнитных колебаний Бранли радиоприемником не являлся: он не мог снимать информацию во времени, у него в конструкции не было устройства, способного обеспечить процесс, то есть у когерера не было встряхивателя.

Лодж также сумел построить на основе когерера действующий приемник (добавив «декогерер», обеспечивающий когереру необходимое встряхивание). Позже работы Лоджа продолжили и развили А. Попов и Г. Маркони.

За свои исследования Бранли трижды номинировался на Нобелевскую премию — но, увы, так ее и не получил. Когерер Бранли использовался во всех устройствах телеграфирования без проводов до 1907 г., когда был изобретен кристаллический детектор.



В. Крукс  
(1832–1919 гг.)

## **1.20. Вильям Джозеф Крукс. Гипотетическая классификация составляющих устройств передачи и приема информации в радио**

---

В. Крукс родился в 1832 г. в Лондоне в семье портного. Английский физик и химик. Вошел в историю как человек, открывший таллий и впервые получивший гелий в лабораторных условиях. Изобретатель радиометра. Не менее важным является его вклад в развитие и систематизацию идей электромагнетизма в области передачи информации на расстоянии, гипотеза существования эфира как материи, а также гипотетическая классификация составляющих устройства передачи информации в простейшем радио.

Витогер работ Герца, целеустремленно развиваемых Лоджем, уже в самом начале 90-х годов у ряда ученых сложилось убеждение в полной возможности применения электромагнитных волн для беспроводной сигнализации. Способ радиосвязи по существу мог считаться уже изобретенным после опубликования в 1892 г. в журнале *Fortnightly Review* (№ 302) замечательной статьи Крукса «Некоторые возможности применения электричества». После статьи Крукса перед изобретателями раскрылись широкие возможности осуществления ставшего известным способа в различных практических устройствах и конструкциях.

В статье Крукса по сути были изложены почти все основные принципы радиосвязи, реализованные на практике за первые два десятилетия XX века.

Крукс концептуально определил типы технических устройств, с помощью которых возможны передача и прием информации по радио:

- передатчики;
- антенны;
- приемники.

Далее он определил в общем виде функции и тем самым ограничил вытекающие из них частные конструктивные особенности технических устройств, в зависимости от их места в процессе передачи и приема информации (развитие последних началось от технического изобретения радио и к настоящему времени продолжается).

Передатчики:

- возможность генерирования радиоволн с некоторой длиной волны (волн);
- кодирование информации;
- наложение информации на радиоволну.

Передатчик, таким образом, должен конструктивно связывать (функционально) выделенные узлы:

- генераторы;
- информационно-кодирующие преобразователи (манипуляторы, модуляторы);
- смесители.

Антенны:

- излучение (прием) радиоволн в определенной части волнового диапазона;
- излучение (прием) радиоволн по направлению в пространстве.

Приемники:

- избирательный прием радиоволн;
- съём информации с радиоволн;
- декодирование информации.

Приемник, таким образом, должен иметь конструктивно (функционально) выделенные узлы:

- селектор радиоволн;
- детектор;
- декодер.

Долгие годы (около 45 лет) Крукс занимался исследованиями, которые позволили бы доказать передачу мыслей на расстояние. Его эксперименты с передачей мыслей на расстоянии начаты в 1870 г. При этом он использовал известные в то время физические методы для обнаружения материального носителя мыслей, в чем концептуально не сомневался. В качестве возможного носителя он предполагал некий всезаполняющий пространство эфир, а точнее, наличие у последнего физических свойств, могущих обеспечить передачу мыслей. В проведенных экспериментах, а многие из них были скомпрометированы участием откровенных шарлатанов, не было обнаружено какой-либо материальной субстанции, ко-

торая могла бы выступать в качестве переносчика информации. А сколько было написано им по этой проблеме!

Крукс не мог не знать о теоретических работах Дж. Максвелла, предсказавших существование электромагнитных колебаний в пространстве, он был его современником и, возможно, имел личную возможность обсудить эту проблематику с ним, или, по меньшей мере, затрагивать эту тему при общении в академических кругах.

Если Дж. Максвелл высказывался об эфире достаточно осторожно: «Пригодно ли это обширное однородное распространение изотропной материи для того, что бы не только быть средой физического взаимодействия между телами, находящимися на расстоянии, и выполнять другие физические функции ... — это является вопросом, далеко переходящими границы размышления физика», то Крукс был убежденным сторонником того, что эфирные колебания могут являться физической основой передачи мыслей, даже не смотря на то, что выведенные Дж. Максвеллом уравнения предсказывали значительное ослабление энергии электромагнитных колебаний на весьма близкие (несколько сотен метров) расстояния.

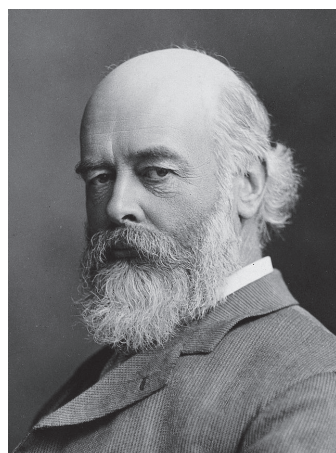
Поэтому все, что придумал и написал Крукс в 1891 г. о возможных передаче и приеме информации с помощью электромагнитных волн на расстоянии — это лишь гипотеза, предвидение, хотя и гениальное. Но это предвидение не было подтверждено самим Круксом технически. Поэтому осталось и остается предвидением, а никак не открытием радио, как утверждает Шапкин [11]. В отношении радио предвидения Крукса оправдались и были реализованы технически в течение 20 лет. А вот в отношении передачи мыслей — не получилось.

### 1.21. Оливер Джозеф Лодж. Прибор для регистрации приема электромагнитных волн

---

О. Лодж родился в 1851 г. в Пенкхалле (Англия) — английский физик и изобретатель, один из изобретателей радио.

14 августа 1894 г. на заседании Британской ассоциации содействия развитию науки в Оксфордском университете профессор Лодж произвел первую успешную демонстрацию радиотелеграфии. Радиосигнал азбуки Морзе был отправлен из лаборатории в соседнем здании и принят аппаратом на расстояние 40 м в театре Музея естественной истории, где проходила лекция. «Изобретенный» Лоджем радиоприемник повторял схему приемника Бранли, дополняя ее устройством для восстановления чувствительности



О. Лодж  
(1851–1940 гг.)

когерера. Для этого использовался часовой механизм с ударником или электрический звонок. Однако дальнейших исследований в области практического применения своих разработок Лодж не повел, и в результате уступил честь открытия радио А. С. Попову, который усовершенствовал его прибор. Кроме того, схемы устройства Лоджа нигде нет. Поэтому непонятно, куда он включал электрический звонок. По всей вероятности, не в схему, а использовал его, как и часовой механизм, нажимая иногда кнопку звонка для восстановления свойств когерера.

О. Лодж много и плодотворно занимался проблемами электромагнетизма, в частности атмосферными грозowymi разрядами, молниезащитой проводных телеграфных сетей, прикладными вопросами электротехники и др. Он входил в число наиболее близких к Круксу единомышленников, разделял многие из его воззрений, участвовал прямо или косвенно в его экспериментах по передаче мыслей на расстояние через эфир. Лодж был тесно связан с телеграфной индустрией через своего приятеля В. Приса, занимавшего должность технического руководителя Телеграфа Королевской почтовой службы. Он имел хорошие отношения с профессорами других университетов, и ряд работ, затрагивающий иную, например биологическую тематику, он проводил совместно, либо они выполнялись по его просьбе.

Помимо всего прочего, Лодж был великолепным популяризатором. Стилль изложения его статей привлекал многих читателей, он был научно содержательным и высоко аргументированным и, вместе с тем, отличался особым изысканно-художественным блеском; и сегодня, перечитывая их, получаешь немалое эстетическое удовлетворение. Лодж в дополнение к этому был великолепным лектором. На его лекциях, носящих программный характер, собиралось огромное количество слушателей, чему способствовала его изысканная манера проведения и, несомненно, присущий ему аристократизм (и по внешности тоже). Он был настоящим баловнем и любимцем публики и, вероятно, в то время лучшим в Великобритании популяризатором науки. Тем более, что электромагнитные колебания тогда были чрезвычайно модными.

В пятницу, 1 июня 1894 г. в Лондонском королевском обществе «слушатели, заполнившие до отказа большой лекционный зал музея, неоднократно выражали свое восхищение блестящими опытами профессора Лоджа», Лодж прочитал свою знаменитую памятную лекцию «Работы Герца». Лекция сопровождалась показом ряда физических приборов, демонстрацией почти всех свойств электромагнитных колебаний, табличными и фото материалами. Она была мгновенно опубликована в самом известном в мире научном журнале «*Nature*» и затем не один раз переиздавалась уже под наименованием «Работы Герца с собственными приложениями». Лекция Лоджа имела необычайный резонанс в научных и околонуучных кругах и была решающим, поворотным моментом в техническом изобретении радио.

Радиотехнически очень важным является предложение различных типов антенн. Лодж выделяет три группы. Это проводниковая, круговой вибратор, ди-



поль Герца, длинный провод. Вторая — плоскостная, пластины. Третья — объемная, это шары, полые цилиндры. В лекции также интересны демонстрация экранирования электрических цепей и приемника в целом, повторение эксперимента Бранли с приемником в металлическом ящике, имеется ряд иных, важных радиотехнических следствий, которые пионерами — изобретателями радио были просто не замечены.

Оценивая памятную работу Лоджа, нужно в первую очередь исходить из ее фундаментальной значимости для радио в целом. Именно с лекции Лоджа начинается массовое изобретение радио. Он вытащил электромагнитные волны из щелей научных лабораторий и вбросил их в мир, в широкую человеческую, изобретательскую практику. Можно утверждать, что без О. Лоджа радио появилось бы, только несколько позже. Но Г. Маркони и А. С. Попова без Лоджа в радио не было бы никогда. Популяризаторское изящество и блеск Лоджа превзошли все собственные научные и изобретательские заслуги. Именно этот талант начертал золотыми буквами его имя в истории радио.

Судьба любила его: оставаясь пионером радио, он прожил очень долгую жизнь. Его он не открывал и не изобретал. Сэр Оливер Джозеф Лодж представил радио миру человечества.

## 1.22. Никола Тесла. Первый в мире радиопередатчик

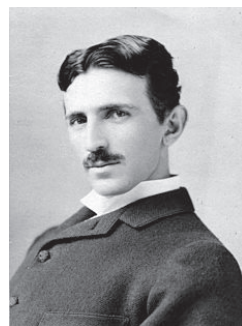
---

Н. Тесла — серб, родился в 1856 г. в Смиляне, Австро-Венгрии. Учился в высшем техническом училище в Граце и Парижском университете. В 1882 г. по приглашению Эдисона переехал из Европы в Америку. Изобретатель мирового уровня: электродвигатели и энергоустановки. Строитель первых сверхмощных радиостанций в США.

Широко известен Тесла стал благодаря своим исследованиям токов высокой частоты и высоких напряжений. Изобрел первые образцы электромеханических генераторов ВЧ (в том числе индукторного типа) и высокочастотный трансформатор (трансформатор Теслы), создав тем самым предпосылки для развития новой отрасли электротехники.

12 октября 1887 г. Тесла дал строгое научное описание сути явления вращающегося магнитного поля. 1 мая 1888 г. Тесла получил свои основные патенты на изобретение многофазных электрических машин (в том числе асинхронного двигателя) и системы передачи энергии посредством многофазного переменного тока, с использованием которых в США был пущен ряд промышленных установок, в том числе Ниагарская ГЭС (1895 г.).

Тесла одним из первых запатентовал способ надежного получения токов, которые могут быть использованы в радиосвязи (патент *U. S. Patent 447 920*, выдан-



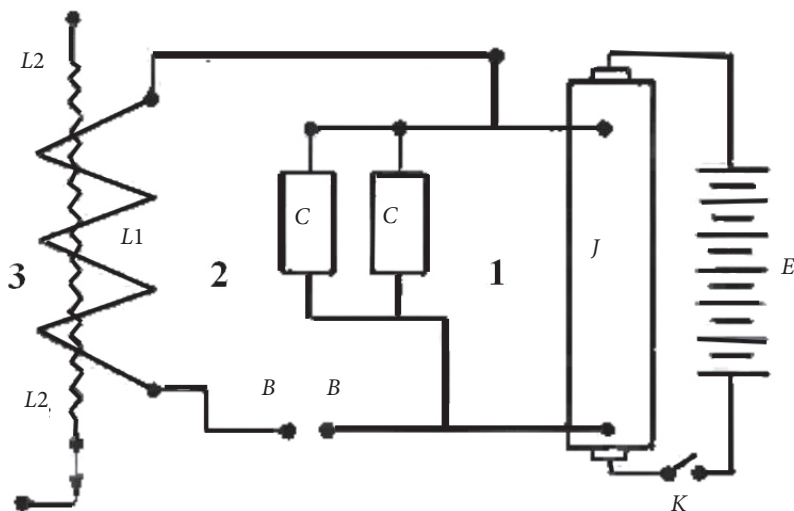
Н. Тесла  
(1856–1943 гг.)

ный в США 10 марта 1891 г.), а в 1893 г. вплотную занялся вопросами беспроводной связи и изобрел мачтовую антенну.

Ореол, окружающий личность и открытия Теслы, способствовал распространению различных утверждений, носящих, как правило, полумифический характер. Опытам Теслы приписывали связь с проблемой Тунгусского метеорита. Поговаривали даже, что ученый при помощи силовых лучей (луч смерти) разрушил кратер на вулкане. Подобные утверждения не поддаются проверке из-за отсутствия документов, что не мешает, однако, приписывать Тесле прямое или косвенное отношение ко многим загадкам XX века.

Грандиозность его идей поражала воображение современников. Опыты, которые он демонстрировал на своих лекциях и на различных технических выставках, ошеломляли зрителей настолько, что они отказывались верить своим глазам. Одни называли его обманщиком, другие — колдуном, иные считали его пришельцем из космоса.

В 1891 г. Тесла получил патент на техническое устройство для получения электромагнитных колебаний — резонансный трансформатор. Его конструктивными частями являлись: источник энергии; батарея элементов постоянного тока; кодирующее устройство; управляющий ключ; преобразователь напряжения; катушка Румкорфа; накопители электрической энергии; конденсаторы; разрядник; высоковольтный преобразователь резонанс-трансформатор. В электрическом смысле устройство Теслы состояло из трех функциональных частей. Первая — это генератор и накопитель электрической энергии. Эта часть состояла из батареи элементов, катушки Румкорфа, емкостей. В ней осуществлялось накопление электрической энергии путем сложения ее из последовательных электрических импульсов катушки Румкорфа.



Резонансный трансформатор Н. Теслы



Вторая — это замкнутый электрический контур из двух индуктивностей — вторичной обмотки катушки Румкорфа с шунтирующей ее емкостью, первичной обмотки резонансного трансформатора, разрядника. Этот контур являлся источником электромагнитных колебаний. Его фундаментальной особенностью было то, что в момент искрового пробоя разрядника в контуре образовывались колебания с частотой, заданной собственными резонансными свойствами, определяемые индуктивностью вторичной обмотки катушки Румкорфа и индуктивностью первичной обмотки резонансного трансформатора и  $C$ , емкостью накопителей. Конечно, в момент искрового пробоя возникали электромагнитные колебания с различными частотами, но контур обладал выраженными свойствами частотного выбора, селекции.

Третья часть состояла из вторичной обмотки резонансного трансформатора и в сочетании с антенной и заземлением (реально в таком виде Тесла демонстрировал изобретенную им систему в 1893 г.) представляла собой открытый колебательный контур с собственной резонансной частотой. Разумеется, резонансную частоту этого контура изменяли в той или иной степени технические параметры антенны (длина, волновое сопротивление т. д.) и заземления (проводимость, емкость и т. д.).

Во время электрического разряда в контуре второго блока возникали затухающие электрические колебания с определенной частотой. Эти колебания за счет индуктивной связи вызывали во вторичной обмотке резонансного трансформатора электромагнитные колебания с собственной резонансной частотой уже третьего контура, если, разумеется, была подключена нагрузка (антенна и земля). За счет значительно большего числа витков вторичной обмотки резонансного трансформатора Теслы напряжение в антенне составляло десятки миллионов вольт.

В общем виде мысль о передаче электрической энергии через пространство электромагнитными колебаниями возникла почти одновременно с таковой в информационном смысле, сразу после открытия Герца. Тесла, исходя из имевшихся к тому времени наблюдений и исследований по грозовым явлениям в атмосфере, знал, что такая передача возможна при очень высоком напряжении. Оригинальность идеи резонансного трансформатора Теслы состояла в том, что он получил высоковольтный импульс,



Н. Тесла на фоне резонансного трансформатора

используя резонансные свойства контуров, что имело выраженное энергетическое преимущество. Приемником электромагнитной энергии был также открытый контур с нагрузкой, в демонстрации Теслы — разрядник. При этом никак передача информации через пространство не предполагалась, его техническая система предназначалась для передачи энергии вообще. Техническая система Теслы системой радио не была.

В радиотехническом аспекте изобретение Теслы имеет исключительную значимость. Во-первых, он изобрел замкнутый контур с генерацией радиоволны, то есть избранной части общего спектра электромагнитных колебаний. Для генерации радиоволн он впервые технически реализовал явление резонанса. Во-вторых, он изобрел самостоятельный открытый антенный контур с индуктивной связью с генератором. Это значительно ослабляло влияние индуктивности и емкости антенны (заземления) на частоту генерируемой радиоволны. Для радиотехники и, в частности, радиопередающей техники изобретение Теслы было основополагающим. Его схема генерирования затухающих колебаний была в раннем радио практически единственной: ее последняя модификация перед переходом к работе незатухающими колебаниями известна как схема с ударным возбуждением.

Действительно, в схеме Теслы явление резонанса в резонансном трансформаторе не всегда имело место, так как собственные резонансные частоты за счет разного количества витков в обмотках не могли быть совпадающими принципиально, и в открытом антенном контуре резонансная частота конструктивно всегда иная. На практике это вело к практически неустраняемому явлению двухволновости, а именно: волновая характеристика была двугорбой не только за счет разных частот колебаний в обмотках резонансного трансформатора, но и в связи с волновым характером затуханий колебаний, из-за различия времени затухания на разных волнах (частотах). Радиотехника диктовала абсолютное совпадение частотных характеристик выходного контура генератора с входным антенным контуром. Но энергетический резонанс Теслы не позволял это делать, а мировое радио возвратилось к радиотехническому резонансу в выходных ступенях передающих устройств уже XX веке, пионеры радио пришли к радиопередатчику Теслы самостоятельно, но позже.

Несмотря на энергетическое предназначение, передатчик электромагнитных колебаний Теслы имел все функциональные элементы радио Крукса, поэтому и хронологически, и патентно стал первым в мире специализированным радиотехническим изобретением — радиопередатчиком. Вторая, обязательная часть в системе радиосвязи — радиоприемник — появилась позже, после открытия радио как науки: радиотехника ведет свой отсчет с изобретения Теслы. В концептуальном плане мировая радиотехника к радиопередатчику Теслы до настоящего времени не добавила ничего.

### 1.23. Генрих Рудольф Герц. Открытие «волн Герца»

---

Г. Герц родился 22 февраля 1857 года в Гамбурге в семье преуспевающего адвоката, ставшего позднее сенатором. Родители его очень любили, и он отвечал им тем же. С детства Генрих обнаружил выдающиеся способности и был непревзойденным по сообразительности учеником. Любил все школьные предметы, особенно был склонен к математике и языкам, писал стихи. Кроме того, Генрих прекрасно рисовал, лепил, был искусен в работах по дереву и металлам, вообще имел, как говорят, золотые руки. Его увлечение классической литературой и искусством сказались позднее в манере писать научные статьи. Недаром их считают образцовыми по языку — они ясны, точны в научном аспекте и вместе с тем изысканны по форме. Единственное, что угнетало его родителей, — это слабое здоровье их единственного сына [9, 10].



Г. Герц  
(1857–1894 гг.)

Несмотря на явные способности, Генрих был чрезмерно скромен в их оценке. Считал себя ни на что путное в науке не годным и решил поэтому после окончания гимназии идти учиться на инженера-строителя. Почему-то ему казалось, что для этой профессии его таланта хватит. В 1875 году Герц поступает в Дрезденское, а затем переводится в Мюнхенское высшее техническое училище. Учеба шла до тех пор, пока изучались предметы общего характера. Но как только началась специализация, Генрих понял, что заблуждается в своем призвании. Он не желает больше быть узким специалистом, рвется к научной работе и поступает в Берлинский университет.

В дошедшем до нас трогательном письме к родителям он, сообщая о своем намерении и прося их согласия, писал, между прочим: «Раньше я часто говорил себе, что мне больше хотелось бы быть великим ученым, чем крупным инженером; но, с другой стороны, быть посредственным инженером для меня предпочтительнее, чем посредственным ученым. Но теперь я думаю, что прав Шиллер, сказавший: „*Und setzt Ihr nicht das Leben ein, nie wird Euch das Leben gewonnen sein*“ („Кто трусит жизнью рисковать, тому успеха в ней не знать“), и что излишняя осторожность была бы с моей стороны безумием“.

Получив согласие родителей, Герц переехал в Берлин и поступил в университет, где преподавание физики находилось в руках Кирхгоффа и Гельмгольца. Герцу повезло: его непосредственным наставником оказался знаменитый Герман Гельмгольц. Хотя этот выдающийся физик был приверженцем теории «дального действия», но как истинный ученый безоговорочно признавал, что идеи Фарадея — Максвелла о «близодействии» и физическое поле дают прекрасное согла-

сие с экспериментом.

Попав в Берлинский университет, Герц с большим желанием стремится к занятиям в физических лабораториях. Но к работе в лабораториях допускались лишь те студенты, которые занимались решением конкурсных задач. Гельмгольц предложил Герцу задачу из области электродинамики: обладает ли ток кинетической энергией? Гельмгольц хотел направить силы Герца в область электродинамики, считая ее наиболее запутанной.

Герц принимается за решение поставленной задачи, рассчитанной на девять месяцев. Он сам изготавливает приборы и отлаживает их. При работе над первой проблемой сразу же выяснились заложенные в Герце черты исследователя: упорство, редкое трудолюбие и искусство экспериментатора. Задача была решена за три месяца. Результат, как и ожидалось, был отрицательным (сейчас нам ясно, что электрический ток, представляющий собой направленное движение электрических зарядов, обладает кинетической энергией. Для того чтобы Герц мог обнаружить это, надо было повысить точность его эксперимента в тысячи раз). Полученный результат совпал с точкой зрения Гельмгольца, хотя и ошибочной, но в способностях молодого Герца он не ошибся. «Я увидел, что имел дело с учеником совершенно необычного дарования» — отмечал он позднее. Работа Герца была удостоена премии.

Вернувшись после летних каникул 1879 года, Герц добился разрешения работать над другой темой: «Об индукции во вращающихся телах», взятой в качестве докторской диссертации. Он предлагал завершить ее за 2–3 месяца, защитить и получить поскорее звание доктора, хотя университет еще не был закончен. Работая с большим подъемом и воодушевлением, Герц быстро закончил исследование. Защита прошла успешно, и ему присудили степень доктора с «отличием» — явление исключительно редкое, тем более для студента. В 1880 году Герц окончил университет с отличием и три года проработал в Физическом институте при университете под руководством Гельмгольца.

С 1883 по 1885 года Герц заведовал кафедрой теоретической физики в провинциальном городке Киле, где совсем не было физической лаборатории. Герц решил заниматься здесь теоретическими вопросами. Он корректирует систему уравнения электродинамики одного из ярких представителей «дальнодействия» Неймана. В результате этой работы Герц написал свою систему уравнений, из которой легко получалось уравнение Максвелла. Герц разочарован, ведь он пытался доказать универсальность электродинамической теории представителей «дальнодействия», а не теории Максвелла. «Данный вывод нельзя считать доказательством максвелловской системы как единственно возможной», — делает он для себя, по существу, успокаивающий вывод. В Киле начались нравственные мучения Герца. По долгу службы он должен был читать курс теоретической физики, но склонности к теории он в себе не чувствовал. Его влекла экспериментальная деятельность, но ею по долгу службы он заниматься не мог. Внутренняя неуверенность сказалась и на научной работе: за два года он выполнил и опубликовал

всего несколько случайных теоретических работ.

Но к счастью для него и для физики случилось так, что освободилась вакансия ординарного профессора в высшей технической школе в городе Карлсруэ. В 1885 году Герц принимает приглашение занять эту должность. И вот, наконец, он почувствовал себя на своем месте. У него была собственная экспериментальная лаборатория. Правда, ему все же приходилось читать лекции по физике и демонстрировать опыты. Он по старой привычке и боязни называл их «страхолекциями» и всегда боялся, что демонстрация какого-либо явления непременно сорвется и опозорит профессора.

Но когда он приходил в лабораторию, то был счастлив. Здесь он мог позволить себе свободу творчества. Здесь он занимался тем, что в данный момент его интересовало более всего. А интересовали его более всего «быстрые» электрические колебания. Или, другими словами, речь шла об экспериментальном подтверждении электромагнитной теории Максвелла. Еще в 1879 году Берлинская академия наук поставила задачу: «Показать экспериментальное наличие какой-нибудь связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризации диэлектриков». Представительные подсчеты Герца показали, что ожидаемый эффект будет очень мал даже при самых благоприятных условиях. Поэтому, видимо, он и отказался от этой работы осенью 1879 года. Однако он не переставал думать о возможных путях ее решения и пришел к выводу, что для этого нужны высокочастотные электрические колебания, или, как говорили тогда, «быстрые» электрические колебания. Герц тщательно изучил все, что было известно к этому времени об электрических колебаниях и в теоретическом, и в экспериментальном планах. То, что удавалось тогда получить даже при самых невероятных ухищрениях, не было достаточно «быстрым», и никто не знал, можно ли вообще достичь, скажем, сотен миллионов колебаний в секунду — той частоты, что сегодня используется в любом радиопередатчике. Найдя в физическом кабинете пару индукционных катушек, и проводя с ними лекционные демонстрации, Герц обнаружил, что с их помощью можно было получить быстрые электрические колебания с периодом 10 миллионов колебаний в секунду. Далее Герц придумал и несколько раз усовершенствовал аппаратуру для эксперимента, создав первые в истории генератор и приемник высокочастотных электромагнитных колебаний.

Проведя многочисленные опыты при различных взаимных положениях генератора и приемника, Герц приходит к выводу о существовании электромагнитных волн, распространяющихся с конечной скоростью. Будут ли они вести себя, как свет? И Герц проводит тщательную проверку этого предположения. После изучения законов отражения и преломления, после установления поляризации и измерения скорости электромагнитных волн он доказал их полную аналогию со световыми. Все это было изложено в работе «О лучах электрической силы», вышедшей в декабре 1888 года. Этот год считается годом открытия электромагнитных волн и экспериментального подтверждения теории Максвелла. В 1889 году,



выступая на съезде немецких естествоиспытателей, Герц говорил: «Все эти опыты очень просты в принципе, тем не менее, они влекут за собой важнейшие исследования. Они рушат всякую теорию, которая считает, что электрические силы перепрыгивают пространство мгновенно. Они означают блестящую победу теории Максвелла. Насколько маловероятным казалось ранее ее воззрение на сущность света, настолько трудно теперь не разделить это воззрение».

Напряженная работа Герца не прошла бесследно для его и без того слабого здоровья. Сначала отказали глаза, затем заболели уши, зубы и нос. Вскоре началось общее заражение крови, от которого и скончался 1 января 1894 года знаменитый уже в свои 37 лет ученый Генрих Герц.

### *1.23.1. Начало работ Герца в области электромагнитных волн*

Итак, в 1879 году Берлинская академия наук установила премию за экспериментальные доказательства возможности возбуждения магнитных полей переменными электрическими полями, то есть предлагалось доказать физическую реальность токов смещения. Этот процесс лежит в основе возбуждения электромагнитных волн с помощью устройств, в которых происходят электрические колебания тока. Теория Максвелла, опубликованная им в его замечательном «Трактате об электричестве и магнетизме» в 1873 году, представляет собой блестящее обобщение результатов исследований М. Фарадея, показавшего реальность существования электрических и магнитных полей и их динамическое воздействие. Теория Максвелла описывает все основные закономерности электромагнитных явлений с помощью системы фундаментальных уравнений. Принципиально новым элементом этой теории являлось утверждение, что переменные электрические поля создают соответствующие магнитные поля подобно электрическим токам, получившим название токов смещения. Тем самым в уравнение Максвелла было введено представление о непрерывности электрических токов и обязательной замкнутости их цепей [8, 9, 10].

Вот это-то новое положение и вызвало наибольшие сомнения, и без его убедительного (экспериментального) подтверждения справедливость теории Максвелла в то время представлялась недоказанной. Поэтому однозначный ответ на вопрос, поставленный Берлинской академией, имел принципиальное значение.

В дневнике Герца за 1884 год имеются две записи: «Думал об электромагнитных лучах» и «Думал об электромагнитной теории света». Очевидно, уже к этому времени окончательно оформился его интерес к теории Максвелла.

В одной из позднейших статей, говоря о состоянии теории Максвелла в начале 80-х годов, Герц указывал, что для доказательства справедливости максвелловских представлений нужно было решить следующие три задачи:

1) показать, что изменения поляризации диэлектрика сопровождаются такими же электродинамическими силами, как и обычные токи (т. е. обнаружить магнитное поле тока смещения);

2) показать, что электродинамические силы способны создавать диэлектри-

ческую поляризацию так же, как и обычные электростатические (т.е. доказать существование вихревых электрических полей);

3) показать, что пустое пространство (или воздух) в электрическом отношении подобно всякому другому диэлектрику.

Размышляя над этими фундаментальными вопросами, Герц пришел к заключению, что третья задача содержит в себе две первые, а для ее решения достаточно показать, что в воздухе может существовать электромагнитная волна. Исходя из предположения, что скорость распространения ее будет равна скорости света, Герц с исключительной проницательностью понял, что для обнаружения изменения фазы волны в сравнительно небольшом пространстве, которое представляет экспериментальная комната, необходимо, чтобы период колебаний распространяющегося процесса был достаточно мал, меньше тех периодов, которые давали разряды лейденской банки через катушку, уже изученные в то время.

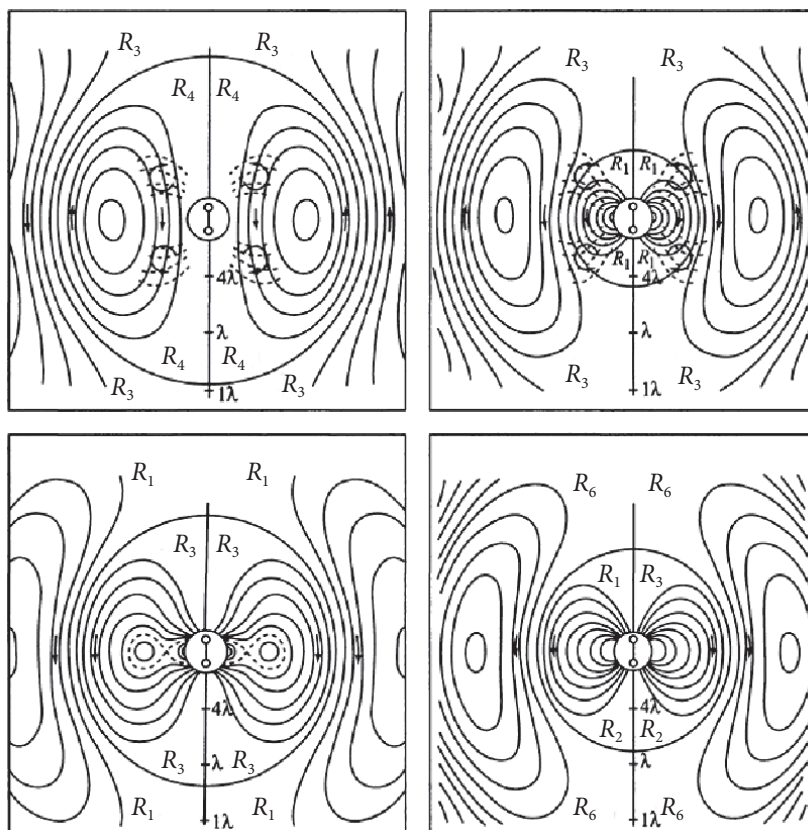
Таким образом, перед умственным взором Герца уже в это время возникал обширный план исследований, которые и были им блестяще выполнены и опубликованы в период 1887–1889 гг. Начинаясь же путь к получению «быстрых» электромагнитных колебаний следующим образом.

У Герца на столе стоял виток проволоки, имевший маленький искровой промежуток. Разряжая лейденскую банку, Герц вызывал в нем проскок икры и тем самым получал желанные электрические колебания. Как-то раз рядом с этим контуром случайно был оставлен второй виток, никак с первым не связанный. И вот, разряжая лейденскую банку через один виток, Герц вдруг с изумлением увидел, что искры проскакивают и на втором контуре. Вначале Герц посчитал это каким-то случайным явлением, но вскоре, повторив его не один раз и на разных проводниках, он понял, что открыл электрические волны. Тогда он еще не понял, правда, что только что держал в руках первый передатчик электрических колебаний и первый их приемник.

Особенностью этого и дальнейших экспериментов Герца было стремление понять и объяснить физику процессов, происходящих в элементах его экспериментальных устройств.

Заемствованная из механики и акустики теоретическая схема естественного волнового процесса позволяла транслировать для случая электромагнитных волн и соответствующую математическую схему — геометрическое изображение стоячей волны с ее узлами, пучностями, периодом, фазой и длиной. Пользуясь этой схемой, Генрих Герц поставил соответствующие эксперименты и произвел необходимые измерения: в частности, измерения фазы и амплитуды электромагнитных волн при отражении, коэффициент преломления асфальтовой призмы. Герц также, как и Максвелл, использовал Фарадеево представление об электрических и магнитных силовых линиях, детализировав его. Например, он приводил изображения так называемого процесса «отшнуровывания» силовых линий от вибратора (колебательного контура), ставшего затем очень важным для радиотехники элементом радиопередающего устройства, анализируя распределение сил

для различных моментов времени. Он называет такое изображение «наглядной картиной распределения силовых линий» [9].

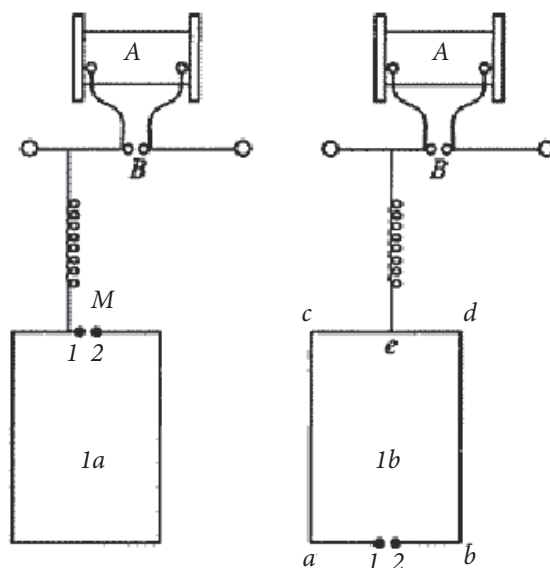


Распространение электромагнитных волн в пространстве; четыре фазы работы передатчика. Рассчитано и зарисовано Г. Герцем

Герц строит особые структурные теоретические схемы и соответствующий им концептуальный аппарат (например, понятие вибратора и резонатора). Скрупулезное описание конструкции опытного оборудования (в том числе материала, из которого изготовлены зеркала, их формы и размеры) сочетается у него с обобщенным теоретическим описанием экспериментально-измерительных ситуаций в виде структурных схем, которые являются прообразом будущих электрических схем радиоприемного и радиопередающего устройств и входят в состав физической теории (вибратор и резонатор). Для регистрации искры он искал сначала позицию микрометра, соединенного проводом с вибратором, а затем отсоединенного от него, что позволило ему открыть беспроводную передачу электромагнитных волн [10].

При исследовании явления электромагнитного резонанса Герцу приходилось

подбирать нужные параметры различных компонентов его установки, включавших индукционную катушку, разрядник, конденсатор и т. д. Он измерял длину искры и расстояние между вибратором и резонатором, на основе этих измерений вычерчивал резонансные кривые и проводил необходимые расчеты. Разрабатывая новое экспериментальное оборудование, он действовал как инженер, хотя и не имел в виду какого-либо технического применения своих экспериментальных устройств.



Схемы экспериментального оборудования с индуктором (А), разрядным устройством (В) и микрометром для регистрации искры (М); место расположения (е) прямоугольного провода (abcd) может быть как непосредственно около (1а), так и на противоположной стороне от (1b) микрометра (М)

И математический аппарат, и опыты служили ему лишь средством к пониманию и объяснению физического процесса — распространения электромагнитных волн в пространстве. Но благодаря именно его работам электродинамика смогла дать жизнь новой сфере инженерной деятельности и соответствующей ей технической теории.

Свою хорошо оснащенную лабораторию в университете Карлсруэ Герц унаследовал от Фердинанда Брауна, профессора электротехники, модернизовавшего в 1883–1885 гг. курсы соответствующих дисциплин в этом университете. Уже «в его ранних исследованиях, которые Браун проводил задолго до важнейших разработок в этой области, было заметно следующее.

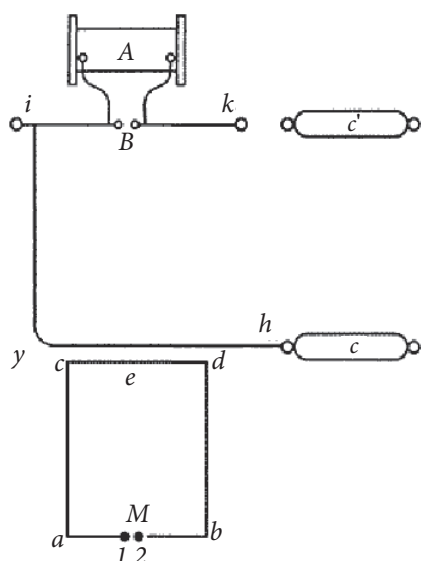


Схема эксперимента с индуктором (А), разрядником (В), съемными емкостями (С и С') проволоочным прямоугольником (abcd) и промежутком (резонатор)

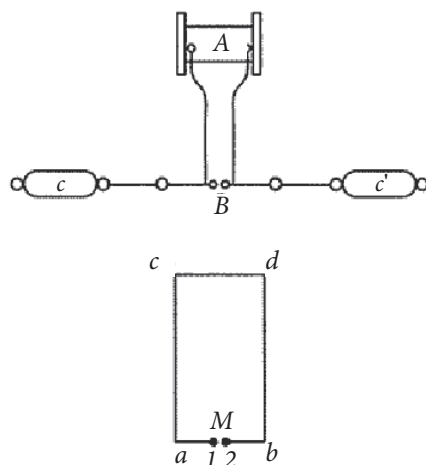


Схема эксперимента с прямым проводом первичного контура (вибратор) и вторичным искровым промежутком (М)

Он обладал огромным даром и необыкновенным искусством создания вспомогательного экспериментального оборудования. Именно таким образом появилась измерительная аппаратура, имеющая большое самостоятельное значение, которая нашла применение в качестве физической исследовательской и измерительной техники», — писали о Брауне Мандельштам и Папалекси в 1928 году.

Когда Герц прибыл в Карлсруэ, перед ним «была поставлена задача читать лекции по физическому эксперименту для студентов инженерных специальностей. Для решения этой задачи у него в распоряжении было все необходимое физическое оборудование, которое он мог также использовать и для исследовательских целей». Позже Герц писал: «В физическом арсенале высшей технической школы Карлсруэ, где я проводил эти опыты, я нашел и использовал для лекционных целей пару так называемых спиралей Рисса. У меня вызвал удивление тот факт, что не было необходимости разряжать большую батарею через эту спираль, чтобы сохранить искру в другой спирали, что было вполне достаточно использовать для этого, напротив, маленькие лейденские банки, ведь искрение небольшого индуктора происходило сразу же после разряда искрового промежутка. Я заметил, что при изменении расстояния (между спиральями) появляется сопутствующая искра, и взял это явление как исходное для моего последующего исследования. Сначала я считал эти электрические движения слишком стремительными и нерегулярными для дальнейшего использования; но когда я обнаружил появле-

ние узлов в середине рядом расположенного провода и тем самым ясное и чистое явление, я убедился, что теперь задача, поставленная Берлинской академией, может быть решена, а далее этого мое честолюбие тогда и не распространялось. Мое убеждение, естественно, усилилось после того, как я понял, что имею дело с регулярными колебаниями» [10].

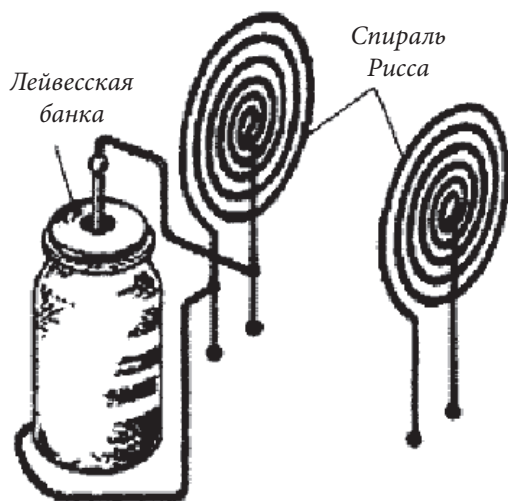
### 1.23.2. Вибратор и резонатор Герца

Постепенно уменьшая размеры колебательного контура, Герц переходит от замкнутого вибратора ко все более и более открытому; в конце концов, он приходит к прямолинейному проводу — известному «вибратору Герца».

Вибратор Герца представлял собой диполь, расположенный в фокусе параболического зеркала. Диполь образовывали два металлических цилиндра диаметром 30 мм и длиной 60 см, имеющие с одного конца сферическую поверхность. К диполю присоединилась вторичная обмотка индукционной катушки, первичная обмотка которой через ключ замыкалась на батарею элементов.

При манипуляции ключом во вторичной обмотке индуктировалось высокое напряжение (от 20000 до 200000 В в зависимости от типа катушки), являющееся причиной электрического пробоя между элементами вибратора.

В момент пробоя (искры) в контуре, образованном вторичной обмоткой индукционной катушки и диполем, возникали высокочастотные затухающие электромагнитные колебания.



Спирали Рисса с подключенной к ним лейденской банкой

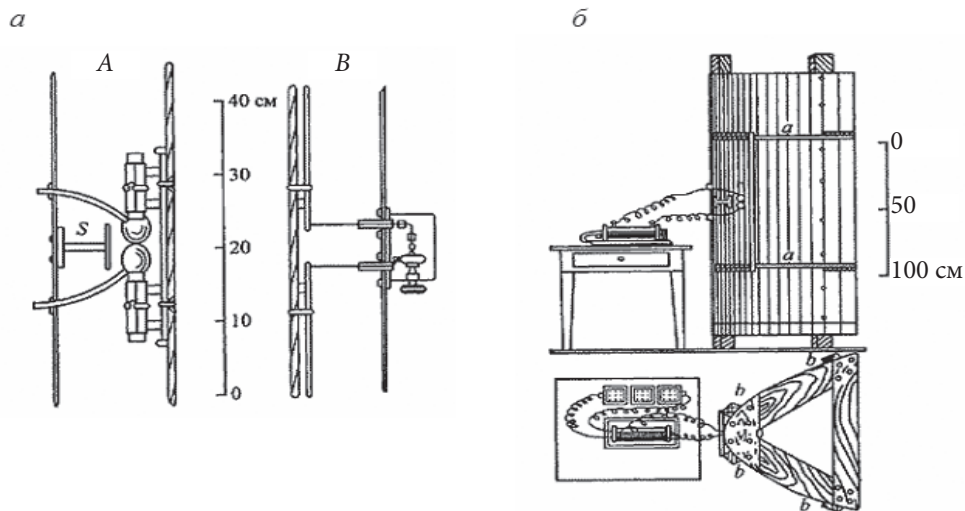
Мощность этих колебаний можно было менять, изменяя длину искрового промежутка. Частоту колебаний можно было изменять с помощью вариаций размеров вибраторов. Возбуждение и прекращение колебаний осуществлялось манипулятором в первичной обмотке индукционной катушки. Таким источником



электромагнитных колебаний А. С. Попов пользовался в своих многочисленных демонстрациях опытов Герца. В качестве индикатора электромагнитных колебаний в опытах А. С. Попов использовал резонатор Герца, представляющий собой диполь, к которому присоединились электроды разрядника. О воздействии электромагнитного поля на приемный диполь можно было судить по маленькой искре, проскакивающей в воздушном промежутке разрядника. Для лабораторных опытов такой индикатор годился. Однако чувствительность его была мала. Не зря опыты с применением описанной аппаратуры называли «кабинетными».

В письме швейцарскому физику профессору Эмилю Эдуарду Саразэну Герц пишет в 1889 г. из Бонна:

«Приборы, с которыми я работал, были сделаны не каким-то искусным механиком элегантным способом по хорошо вычерченным эскизам, а частично мной самим, отчасти же лаборантом физического кабинета университета Карлсруэ. Они были кое-как склеены из кусков дерева, прикручены проволокой, приляпаны сургучом, и переделывались помногу раз. Шаровые полюса, например, были взяты от другого прибора и после того, как я уехал из Карлсруэ, были снова на него возвращены; некоторые части, которые можно было легко транспортировать, я прихватил с собой сюда, но по большей части все осталось в Карлсруэ».



Вибратор и резонатор Герца:

*a* — вибратор с первичным искровым промежутком (A) и резонатор с вторичным искровым промежутком (B), *б* — параболическое зеркало с вибратором, связанным проводами с индуктором и батареей (на столике)

Лаборант из Карлсруэ в принципе мог бы, по мнению Герца, создать копию этого прибора, но «он, скорее всего, не будет знать, как ему это сделать. Поскольку не сможет создать те приборы точно такими, какими были тогда».

Своими исследованиями Герц установил следующее: электромагнитные волны, подобно свету, могут распространяться в непроводящей среде (эфире); они так же, как и свет, распространяются с конечной скоростью; в свободном пространстве интенсивность электромагнитных колебаний убывает обратно пропорционально второй степени расстояния от вибраторов (а не третьей, как это происходит вблизи него); при подходящей частоте электрических колебаний в цепи вибратор может излучать в пространство электромагнитные волны (путем «отшнуровывания» силовых линий); электромагнитные волны и свет имеют одну и ту же физическую природу. Этих основных теоретических положений оказалось вполне достаточно для сознательного изобретения практических технических устройств. «С 1886 г. по 1888 г. Герцу удалось с искровым промежутком в качестве элемента, создающего колебания, и с настроенными колебательными контурами создать свободные (независимые от проводника) электромагнитные волны и доказать распространение этих волн в пространстве. Заимствованные из оптики опыты по преломлению, дифракции и отражению электромагнитных волн придали электромагнитной теории Максвелла уже определенное эмпирическое значение».

Герц так характеризует следствия своих экспериментов: «В оптике аналогией нашему опыту является опыт Ллойда с зеркалами Френеля. В оптике и акустике эти опыты используются как доказательства волновой природы света и звука, поэтому описанные здесь явления следует рассматривать как доказательство волнового распространения индуктивного действия электромагнитных колебаний».

Герц ставил свои опыты, чтобы доказать наличие связи между светом и электричеством. В письме Герману фон Гельмгольцу от 30 ноября 1888 г. из Карлсруэ он пишет, что ему посчастливилось доказать регулярное отражение излучения. Для этого Герц установил рядом два зеркала таким образом, «чтобы не было влияния А и В, а напротив этих зеркал поставил металлическую стенку так, чтобы искры, которые еще были распознаваемы, сразу же проявлялись в В, если стенка отстояла от зеркал на 10 м. Точно так же я смог получить отражение под углом в 45°, причем я использовал две соседние комнаты. Деревянные двери ничуть не мешали появлению искр».

В. Кайзер замечает по этому поводу: «Волны Герца были приняты не только физиками как доказательство теории Максвелла. С волнами Герца само ядро теории Максвелла, а именно токи смещения и их электродинамическое влияние, несомненно, привлекло внимание электротехников, которые уже почти в течение двадцати лет фиксировали его на сильноточной электротехнике». Однако создаваемая Герцем аппаратура была еще недостаточно совершенной для практического применения.

Исследуя режим работы искрового промежутка, Герц заметил, что освещение его каким-либо источником света иногда ухудшает режим работы. Изучая это явление, Герц нашел, что вредное влияние обусловлено ультрафиолетовыми лучами, и, таким образом, дал первое указание на существование фотоэлектриче-

ского эффекта, впоследствии детально изученного Столетовым и Галльваксом.

Для наблюдения за распространением электромагнитной волны Герц конструирует сначала замкнутые, а затем и открытые резонаторы. Ничтожную мощность колебаний на промежутке резонатора приходилось регулировать микрометрическим винтом и рассматривать через увеличивающую оптическую систему в затемненной комнате.

Уже в 1887 г. Герц получает электромагнитные волны длиной в несколько метров, создает стоячие волны в проволоках, изучает их распространение в пространстве при помощи резонаторов и устанавливает полное совпадение результатов большей части своих опытов с выводами электродинамики Максвелла.

Блестящие экспериментальные исследования сопровождаются не менее блестящими теоретическими работами. Достаточно указать, что в 1888 г. он рассматривает поле изучения прямого вибратора, а в 1890 г. публикует классические работы по электродинамике покоящихся и движущихся сред.

Уже при работе с метровыми волнами Герц делал попытки обнаружить их оптические свойства; эти попытки оказались безрезультатными. Учтя, что неудача эта обусловлена слишком большой длиной волны, требующей громадных зеркал, Герц добивается получения более коротких волн и в конце 1888 г. публикует свою бессмертную работу «О лучах электрической силы», в которой, пользуясь волнами в 60 см длины, доказывает, что их распространение подчиняется обычным оптическим законам. В этой же работе дается безупречное доказательство линейной поляризации этих волн.

Эта работа является, пожалуй, наиболее блестящей по выполнению, и в ней с исключительной отчетливостью выявляются ясность мышления Герца, чистота его экспериментов и их широкий размах, позволяющий охватить изучаемое явление со всех сторон.

Работы Герца были по достоинству оценены современниками, вызвали многочисленные повторения и способствовали, как уже указывалось, утверждению теории Максвелла.

Самому Герцу не удавалось сомкнуть электромагнитный спектр с оптическим, что представлялось желательным для полного подтверждения теории Максвелла. Трудности получения еще более коротких волн заключались в уменьшении их энергии, связанной с уменьшением емкости вибратора, и быстрой срабатываемостью последнего при искрообразовании в искровом промежутке.

Из последователей Герца в этом направлении наилучших результатов добились П. П. Лебедев, получивший в 1895 г. волны длиной 6 мм, Глаголева-Аркадьева, получившая «белое» излучение, из которого она смогла выделить волны в 180 и 300  $\mu$ , лежащие в области длинных инфракрасных лучей, исследованных Рубенсом и Байером, и М. А. Левитская, которой также удалось получить весьма короткие электромагнитные волны, используя электрический разряд между цепочкой шариков; к сожалению, нагревание вибратора Левитской, также сопровождавшееся изучением, затрудняло разделение обоих типов излучений.

В 1891 г. Герц переиздал свои работы по электромагнитным колебаниям под общим названием «Исследования по распространению электрических сил», снабдив их предисловием, в котором подробно освещен путь, приведший его к разрешению труднейших проблем, возникших перед ним.

Последние годы жизни (с 1889 г.) Герц провел в Бонне, где он занимался главным образом обоснованиями механики, стараясь изложить ее в виде логически безупречной системы, исходящей из минимального количества предпосылок. Результаты работ Герца в этом направлении изложены им в известной книге «Принципы механики», которую он не смог полностью закончить из-за тяжелого заболевания.

# глава 2

## Изобретение радио

---

### 2.1. Интерес к опытам Герца

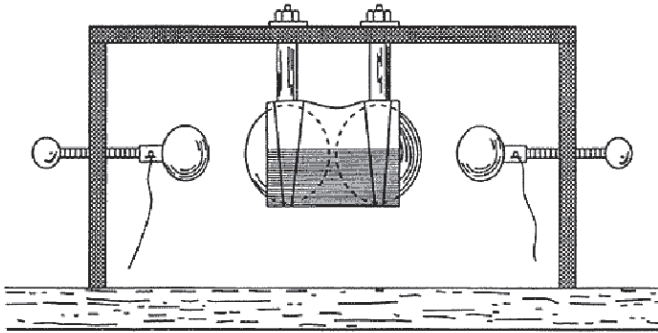
---

После публикации результатов Герца развернулись исследования по усовершенствованию экспериментального оборудования и разработке новых, более простых и надежных способов получения и регистрации электромагнитных волн. «Не только профессиональные физики, преподаватели и изучающие физику, но также электротехники, получившие научное образование, пытались познакомиться с основными положениями этой теории» [9]. Эти работы фактически еще не выходили за пределы экспериментальной деятельности в естественной науке, но вели к техническому использованию электродинамики. П. Н. Лебедев в своей работе 1895 г. «О двойном преломлении лучей электрической силы» писал: «После того как Герц дал нам методы экспериментально проверить следствия электромагнитной теории света естественно появилась потребность делать его опыты в небольшом масштабе, более удобном для научных изысканий». Именно эта деятельность и сделала возможным появление первых радиопередающего и радиоприемного устройств, хотя она и не выходила за пределы детальной разработки и конкретизации теоретической схемы электродинамики.

Прежде всего требовалось устранить основные недостатки вибратора Герца, в том числе быстрое затухание колебаний и быстрое обгорание контактов. Первый был довольно быстро устранен благодаря введению трех искровых промежутков вместо одного. Для уменьшения обгорания контактов предлагали помещать центральные сферы, соединяемые с внешними сферами разрядом, в масляную жидкость. Это позволило увеличить длину искры, не полируя каждый раз шарики, а также легко изменять период колебаний путем сближения или

удаления обкладок конденсатора, включенного в первичный контур, или самих шаров вибратора. Риги, например, использовал для увеличения разности потенциалов искрового промежутка вазелин.

Еще одним недостатком вибратора Герца была малая величина получаемой искры, что затрудняло ее регистрацию. Поиски более надежного способа наблюдения искр производились сразу многими исследователями. В качестве регистратора ими использовались газоразрядная трубка, электроскоп, термоэлемент и т. д. однако наиболее перспективным оказался когерер — прибор для обнаружения электрических колебаний, действие его основывалось на изменении сопротивления «плохого контакта» под действием электрических колебаний в цепи, частью которой он являлся. «Когерер» (или «фриттер») был разработан французским физиком Эдуардом Бранли. Когерер состоял из стеклянной трубки, наполненной прессованными металлическими опилками.



Осциллятор (искровой промежуток) Риги

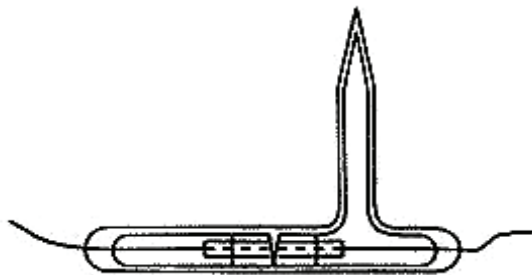
Бранли показал, что электрическое сопротивление когерера, обычно довольно высокое, становится нулевым, если вблизи появляется искра. Сам он не сразу заметил здесь связь с электромагнитными волнами, но многие другие исследователи сразу же использовали его идею для беспроводной телеграфии.

Когерер со своей способностью внезапно изменять состояние изолятора на состояние проводника был «полностью неопределенным конструктивным элементом» радиоприемника, который «не давал никакой возможности дать ему теоретическое описание».

При помощи когерера английский ученый и инженер Оливер Лодж продемонстрировал отражение, преломление и поляризацию электромагнитных волн. Как сообщает сам Герц: «Профессор Оливер Лодж в Ливерпуле в те же годы, когда была сделана мной описанная работа, рассматривал теорию грозового разрядника и при этом провел ряд опытов по разряду весьма малых конденсаторов, которые привели его к наблюдению колебаний и волн в проводах. Поскольку он действовал полностью на основе максвелловских представлений и весьма усердно стремился доказать эти представления, несомненно, если бы я не опередил



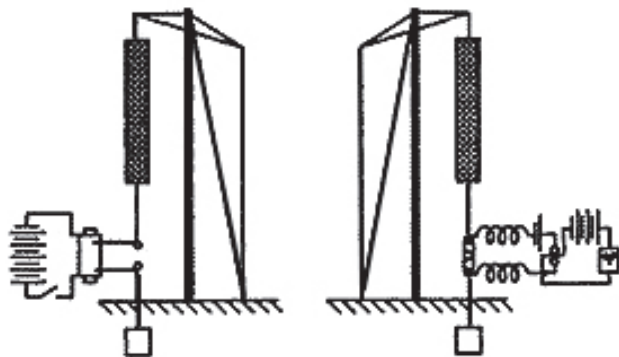
его, он также пришел бы к наблюдению волн в воздушной среде и таким образом получил бы доказательство распространения электрической силы во времени».



Когерер Маркони

Работа с когерером имела свои сложности. Для возвращения его в состояние изолятора опилки у него внутри требовалось встряхивать, для чего в цепь включался автоматический встряхиватель опилок. Поначалу встряхиватель включали в цепь самого когерера, а затем во вторичную цепь с более мощным источником энергии. Так возникло первое радиоприемное устройство. Его работа основывалась на том, что пришедшая электромагнитная волна делает металлические опилки или никелевый порошок проводником и таким образом активирует вспомогательный вторичный контур. Оливер Лодж уже в начале 90-х гг. смог значительно усовершенствовать оборудование Герца. Однако это оборудование все еще не выходит за пределы лабораторного применения. Маркони конструктивно улучшил уже имеющееся оборудование, создал технологичную конструкцию. Для ее производства и продвижения на рынок он основал в 1897 г. компанию «Wireless Telegraphy and Signal», положившую начало трансферу этой новой техники («телеграфа без проводов») в хозяйственную сферу.

Интересно сравнить описания опытов Попова и Маркони. В книге «Царство изобретений», впервые опубликованной в 1901 г., передача сигналов на расстояние, осуществленная Маркони, описывается следующим образом.



Передающая (слева) и приемная (справа) станция Маркони

В 1898 г. для проведения опытов с телеграфией без проводов было выбрано предгорье на юго-восточном побережье Англии (первый опыт был проведен в 1896 г. на относительно небольшом расстоянии, примерно в 13 км через Бристольский канал). Это место уже было и раньше связано с историей электричества: там на маяке испытывали свои первые машины переменного тока Б. Хопкинсон и Адамс. «Именно перед этим маяком была воздвигнута мачта высотой в 350 м, составленная из трех частей, передатчик и приемник электрических волн, которые являются носителями беспроводной телеграфии». Станция состояла из большой катушки индуктивности, когерера и аппарата для приема телеграмм.

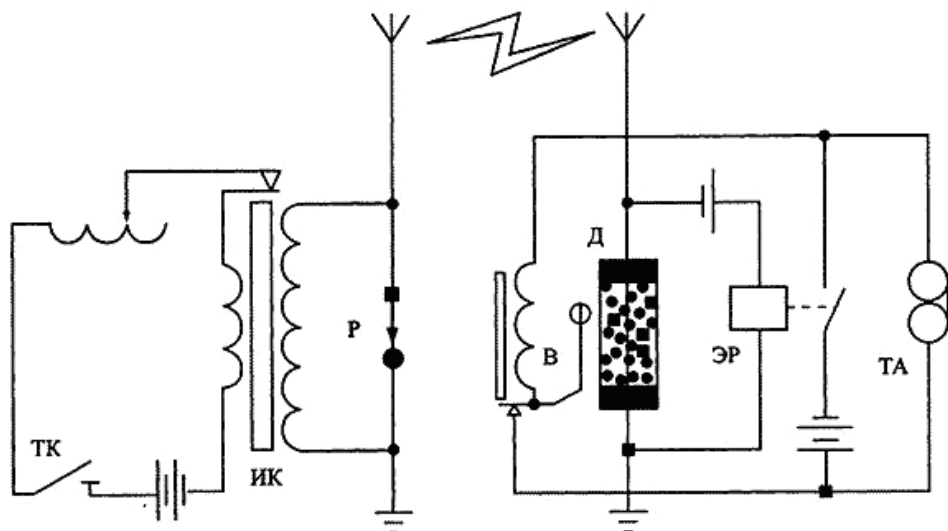
«Улучшенная конструкция позволила сделать так, чтобы приемный аппарат включался автоматически, как только передавались депеши, и чтобы тем самым станция всегда была готова к приему телеграфных сообщений. Принятая телеграмма вычерчивалась в виде четких точек и тире с помощью специального карандаша на движущейся бумажной ленте; кроме того, можно было включать электрический звонок, по его сигналам телеграфист мог принимать депешу непосредственно на слух. Даже неопытные телеграфисты с помощью этого аппарата могли достичь скорости от четырнадцати до пятнадцати слов в минуту, а опытные — более двадцати». После того как успешно была осуществлена связь между английским и французским побережьями на расстоянии 50 км, аппарат решили дальше улучшать.

Что же, собственно говоря, нового сделал Маркони, если все, что он применил в своем аппарате, было известно до него?

«Вклад Маркони следует искать в ином направлении. В действительности ему удалось, в отличие от его предшественников, с помощью в принципе уже известных мероприятий и на основе интуиции относительно технических характеристик прийти к функционирующему целому; достаточным физическим образованием он, однако, не обладал». Собственный изобретательский вклад Маркони был минимальным.

«Если ставить вопрос относительно оборудования, то на него легко ответить: он привнес очень мало в то, что уже существовало». Он перевел уже сделанные другими научные открытия в полезное и потенциально прибыльное устройство. Говоря аналитически, Маркони был заключительной ступенькой в простой линейной прогрессии — заключительной в том смысле, что вместе с ним и подобными ему экспериментами (Поповым в России; Дюкрете во Франции; Слаби, Арко и Брауном в Германии; Стоуном, Фесседеном и де Форестом в США; до некоторой степени Лоджем в Англии) линия научного прогресса, ведущая свое начало от Фарадея и Максвелла до Герца, достигла теперь стадии коммерческой эксплуатации. Передача нового знания происходила до этой точки исключительно в одну сторону: от науки к технике и затем к коммерческому использованию. Теперь, однако, зародился противоположный поток информации, когда Маркони, стремясь к достижению все большего расстояния, вышел за пределы той сферы знания, в какой ис-

следования современных ученых могли бы ему помочь, и начал исследовать проблемы, решения которых у науки не было. Функция Маркони становилась более сложной. Кроме использования уже имеющегося научного знания для практических целей, он, словно в порядке обмена, стал и сам предлагать науке проблемы, которые ей следовало решать.



Передатчик Маркони с осциллятором Риги и приемник

Как занимающийся новыми технологиями предприниматель и рационализатор, Маркони достиг той проблемной сферы, где наука не имела готовых ответов. Подобная поставка новой информации из «сферы опыта» оказалась бы значительно более медленной, если ее источником служили ученые, давно занимающиеся этой проблематикой, и, вероятно, было бы меньше неожиданных результатов, если Маркони удовлетворился бы работой с волнами очень короткой длины. Следует отметить, что Лодж в своих экспериментах и демонстрациях между 1894 и 1896 гг. не находил ничего, что его удивляло бы, никаких явлений, которые он как ученый считал бы аномальными или странными. Маркони, напротив, уже с 1895 г. пытался смотреть в область неизведанного. Рассмотрим, например, что ему потребовалось, чтобы полностью понять полученные им результаты, оперируя со своей новой антенной и когерером. Ему требовалось создать теорию проектирования антенны; не считая фундаментальной теории линейного диполя, здесь ничего не было сделано. Ему была нужна теория распространения радиоволн и в особенности теория, которая позволила бы распознавать и использовать различия между характеристиками распространения разных диапазонов частот. Но такой теории не существовало. Ему нужна была

также такая теория линий передачи, которая помогла бы согласовать его передатчик и приемник с антенной. В этой области были выработаны некоторые эмпирические отношения, но систематически организованного знания не существовало. В каждой из этих областей работа Маркони заключалась в генерации новых данных и проблем».

Точно также экспериментировал в России с беспроводной передачей сигналов Александр Попов: «Летом 1897 г. Попов увеличил возможное расстояние передачи. На средства Морского министерства Попов построил новые приборы и достиг пятикилометровой дальности передачи сигнала. Этот первый российский опыт с радио, имевший в первую очередь военное значение, сохранялся в тайне, но открытое при этом свойство отражения радиоволн от предметов (а именно от кораблей) послужило основой для будущего радара. В 1898–1899 гг. Попов руководил экспериментами на Балтийском и Черном морях и разработал способ преобразования принятых радиоволн в звуковые сигналы (ранее модно было их регистрировать лишь на бумаге). В 1900 г. дальность передачи сообщений достигла уже 112 километров».

Чиновники того времени плохо понимали, чем занимается Попов, и весьма незначительно поддерживали его работу. Он умер в 1906 г. после очередной бессмысленной беседы с министром. Важность его исследований стали правильно оценивать лишь спустя некоторое время после его смерти. В 1910 г. для разработки морских радиостанций в Санкт-Петербурге Морское министерство России основало «Радиотелеграфное депо» (позже ставшее радиотелеграфным заводом). Но действительно серьезную государственную поддержку радиотехнические исследования — как теоретические, так и прикладные — получают только в Советское время. Такой же поддержкой будет пользоваться и радио-промышленность.

## 2.2. Изобретение радиосвязи А. С. Поповым

### 2.2.1. Краткие сведения об изобретателе радио А. С. Попове

16 марта 2009 года наша страна отметила 150-летие со дня рождения Александра Степановича Попова, замечательного русского ученого, своими блестящими опытами открывшего человечеству путь в совершенно новую для него, неведомую область техники — радиотехнику, давшую людям самое быстрое средство связи.

Прочитанный 7 мая 1895 г. А. С. Поповым доклад в Русском физико-химическом обществе ознаменовал завершение целой эпохи напряженных исследований, отмеченной именами величайших умов, какие только знает история науки. Радио не могло быть изобретено в результате внезапного вдохновения или случайного наблюдения. Научная почва, на которой оно выросло, создавалась в те-

чение десятилетий. Это была цепь глубоких исследований, и то, что было сделано А. С. Поповым, являлось ее основным и решающим звеном.

К своему бессмертному достижению изобретатель радио пришел путем длительных экспериментальных исследований и сосредоточенных раздумий над волновавшими весь мир вопросами природы и использования электрических волн и колебаний. Влияние открытия А. С. Попова, которое было воплощено им самим в технически завершенную конструкцию, распространилось далеко за пределы науки и техники. Без радио немыслима вообще культура наших дней.

Александр Степанович Попов родился 4 (16) марта 1859 года в селении Турьинские рудники, получившем название от реки Турьи (на Северном Урале), на берегу которой в середине XVIII века была найдена медная руда. Ныне это город Краснотурьинск Свердловской области.

Его отец Степан Петрович Попов (1827–1897 гг.) в 1846 году окончил Пермскую семинарию и получил приход в Оханском уезде, где прожил до 1855 года. В этом году он был назначен настоятелем Максимовской церкви Турьинских рудников.

О детских годах А. С. Попова известно очень мало. Наши сведения ограничиваются сообщениями мужа его старшей сестры, Василия Петровича Слобцова. По его словам, Попов до одиннадцатилетнего возраста не хотел учиться грамоте, но зато в течение полутора месяцев быстро научился читать и писать. Тот же Слобцов рассказывает о рано пробудившемся у мальчика интересе к полезному труду. Сам Слобцов, как говорили, был мастер на все руки. Он знал в совершенстве плотничье, столярное и малярное ремесла и обучил им своего маленького шурина, который охотно применял приобретенные навыки «на пользу дома».

Производственная обстановка, в которой рос Попов и его сверстники, с малых лет будила страсть к всякого рода сооружениям, и не было более увлекательной игры, чем возводить сложные постройки, похожие на те, которые окружали его сызмальства. Приобретенные с детства навыки делать все своими руками как нельзя лучше пригодились впоследствии, когда в студенческие годы он занимался монтажными работами и когда, будучи уже исследователем-экспериментатором, изготавливал необходимую аппаратуру для задуманных опытов.

В памяти товарища дошкольных игр Попова на всю жизнь остались «его нежная худенькая фигурка с беленькими волосами и нежно-розовым цветом лица». Вспоминая детские годы, Дерябин писал о своем друге, что любимым его занятием была постройка разного рода двигателей, устроенных большей частью при помощи текущей воды. Сооружались на ручьях мельницы с двигающимися колесами, «толчеи» — ряд прыгающих столбиков, подъемные машины, ведерками вытаскивающие землю из «шахт», вырытых иногда на два-три аршина в глубину; штанги — длинные горизонтальные двигающиеся брусья по образцу заводских и т. д. Во всем этом машиностроительстве он был большой искусник, и велико было удовольствие, если дело удавалось и машина хорошо работала.

Общительность была одной из его характерных черт, запомнившихся всем, кто знал его с детских лет. Приобретенные знания и умения Попов не хранил про запас. Он охотно делился со своими сверстниками всем, что знал, а знать он хотел обо всем, что его окружало. Вот что рассказал другой уроженец Турьинских рудников кузнец Ф. П. Смолин, проживший там всю жизнь: «Помню, с большим увлечением юный Попов рассказывал нам о гальванической батарее элементов, электрическом звонке, швейной машине, которые он увидел в доме управляющего медными рудниками. Эти новинки вызвали у него большой интерес. Часто бывая в рудничных мастерских, юноша подолгу наблюдал за работой станков и машин. Любовь к технике появилась у него еще в детстве».

О пытливости юного Попова рассказывал его зять Ф. Я. Капустин, которому, видимо, сам Попов рассказывал о своих ранних увлечениях: «А. С. Попов юношей устраивал электрический будильник с помощью часов с гирями на цепочках. Цепочка в его схеме служила проводником. Он заметил, что она не всегда, и притом весьма капризно, проводит ток. Мысль об этом явлении долго не оставляла его».

Обстановка в семье также содействовала интенсивному умственному развитию. Отец Попова, приходский священник, хотя и обремененный большой семьей, делал все, чтобы дать детям высшее образование. Все сыновья окончили курс в столичном университете. Их примеру последовали младшие дочери, которые также получили образование в петербургских учебных заведениях, пользуясь поддержкой отца и братьев.

Необходимо подчеркнуть, что путь к высшему образованию для поповичей был не из легких. Большинство из них вынуждено было бороться с большими материальными затруднениями, на преодоление которых требовались огромные усилия, находчивость и предприимчивость. Для поступления в университет юношам нужно было иметь законченное среднее образование. В то время на Урале — в Перми и Екатеринбурге — уже в течение многих лет существовали гимназии и реальные училища, но они были малодоступны для детей неимущего духовенства. Семья у Поповых была большая — семь человек детей. Еле еле сводили концы с концами, поэтому А. С. Попову пришлось пройти обычные для детей духовенства ступени образования: духовное училище, а затем семинарию, давшую полный курс среднего образования, где он мог обучаться бесплатно.

Училищу, в которое поступил Попов, было отдано предпочтение еще и потому, что здесь преподавал латинский язык его старший брат Рафаил, уже окончивший к тому времени Пермскую духовную семинарию.

Далматовское училище было одним из старейших учебных заведений России: в нем обучались дети не только духовенства. Оно находилось в старинном уральском городе Далматове, возникшем около древнего монастыря, который играл видную роль в торговой жизни края.

К ученикам Далматовского училища предъявлялись высокие требования. Об этом можно судить по результатам экзаменов, публиковавшимся в журнале епархии. Так, после годичных испытаний в июне 1870/71 уч. года из учащих-



ся только пятеро, в том числе и Александр Попов, были переведены в следующий класс с круглым баллом 5, десять учеников получили — 4, двенадцать — 3, девять с отметкой 2 оставлены на второй год, а остальные «по малоуспешности» исключены.

Курс в духовном училище был четырехлетний. По окончании второго курса Попов перешел в Екатеринбургское училище и переехал из Далматова в Екатеринбург, где жила его сестра Ш. С. Левитская. В это время Рафаил Попов поступил в Петербургский университет. Хотя Екатеринбург не был губернским городом и в административном отношении подчинялся Перми, но в смысле экономическом и культурном он, несомненно, превосходил губернский центр. К 70-м годам XIX в. Екатеринбург насчитывал уже полуторавековое существование и был переведен из горного ведомства в гражданское. В городе жило большое число людей с высшим образованием, не только работавших в горнозаводской промышленности, но и занимавшихся просветительской деятельностью. Многие из екатеринбургских деятелей того времени интересовались вопросами науки и сами занимались научными исследованиями. В 1870 г. по их инициативе было создано Уральское общество любителей естествознания. Это общество выпустило несколько десятков томов своих трудов, многие из которых напечатаны на русском и французском языках.

Благодаря заботам своей сестры, Попов мог учиться столь же продуктивно, как и раньше, и через два года закончил курс начального образования. Успехи его в Екатеринбургском училище были столь же блестящими, как и в Далматове: с отметками «5» он перешел в 4-й класс, и с таким же баллом он окончил училище в 1873 году.

Воспитанники духовных училищ имели право поступать в семинарию или «куда пожелают». Для таких подростков, как Попов, был один путь — в Пермскую семинарию, где в свое время учились и его отец, и старший брат. Однако успешное окончание духовного училища не давало права поступать в семинарию без экзаменов, а требования при этом были выше, чем на выпускных экзаменах. Из тридцати учеников, зачисленных в первый класс, только один Попов получил высший балл.

О повышенном интересе к естествознанию, охватившем многих семинаристов, пишет Д. Н. Мамин-Сибиряк, судьба которого во многом схожа с судьбой Попова: «Зачитываясь книгами по естествознанию, я жил в каком-то совершенно фантастическом мире. Много лет прошло, а я как теперь вижу эту заветную полочку на стене, где заманчиво выглядывали объемистые томики геологии Ляйеля, «Мир до сотворения человека» Циммермана, «Человек и место его в природе» Фогта, «Происхождение видов» Дарвина и т. д. Сколько бессонных ночей было проведено за чтением этих книжек, и вера в естествознание разрасталась, крепла и в конце превратилась в какое-то слепое поклонение».

60-е годы XX века можно назвать эпохой популяризации натуралистического просвещения. Большую роль в этом играли публичные лекции, которые читали

в Петербурге ведущие профессора и академики столицы, такие, как Э.Х. Ленц, Б.С. Якоби, Л.С. Ценковский, И.А. Вышнеградский.

Не только в столице, а и во многих крупных городах страны лекции на природоведческие темы, иногда с увлекательными демонстрациями опытов, собирали в те годы многочисленные аудитории. И в Перми нашлись свои пропагандисты естественнонаучных знаний. Из сообщений прессы того времени видно, что и здесь устраивались лекции, рассчитанные на широкую аудиторию, интересовавшуюся новейшими достижениями науки.

Эти веяния все больше давали себя знать и в духовных учебных заведениях. Репрессивные меры могли приглушить, задержать, но не искоренить то новое, что несла с собой эпоха. Во многих семинариях нашлись преподаватели, которые были сторонниками передовых общественных идей и пытались дать своим воспитанникам полноценное среднее образование, чтобы подготовить их таким образом к сознательной и полезной деятельности. Как раз в школьные годы Попова были предприняты меры к повышению уровня подготовки семинаристов по общеобразовательным дисциплинам. В 1871 году Синоду пришлось издать указ «О принятии мер к повышению уровня познаний воспитанников семинарий по тем предметам, по которым познания эти оказались неудовлетворительными на проверочных испытаниях при приеме воспитанников в С.-Петербургский университет».

Пропагандируемые передовыми педагогами внеклассные занятия, отвечающие склонностям учащихся, получили признание и в Пермской семинарии. Попов пользовался этой возможностью с увлечением. Кроме успешных занятий по всем дисциплинам (годовой балл на протяжении всех 4 классов семинарии был у него 5), он пристрастился к точным наукам и так усердно изучал их, что получил среди семинаристов прозвище «математик». Тогда все точные науки входили в разряд математики не только в средней школе, но и в университете. Товарищи Попова по семинарии не чуждались его, хотя он стоял в стороне от их мальчишеских проделок. «Товарищи его по семинарии, — писал Дерябин, — среди которых у меня были знакомые, хотя очень уважали «математика», но все же он не мог избежать их глупых шуток, нередко непристойных. На это он обыкновенно отвечал «дура» и уходил от них, делая пируэт ногой, за что и был прозван «конь». Лучшее удовольствие он находил в естественнонаучных занятиях, особенно в занятиях физикой.

Физику в семинарии проходили лишь в четвертом классе; ей уделялось всего четыре часа в неделю — в пять раз меньше, чем греческому языку, однако Попов с лихвой восполнил этот пробел самообразованием. Е.Л. Коринфский, с которым Попов начиная со студенческой скамьи поддерживал дружбу, длившуюся десятилетия, рассказывает: «Первым импульсом к занятию физическими науками был подаренный ему, ученику семинарии, кем-то учебник физики Гано, тогда лишь переведенный на русский язык. Чтение этой книги бесспорно направило его избрать специальностью физику».

Учебник Гано оказался не единственным пособием при изучении заинтересовавшей Попова области знания. В то время пользовался уже широкой известностью учебник К. Д. Краевича, выдержавший потом десятки изданий. В семинарские годы Попова была издана «Начальная физика в объеме гимназического преподавания», составленная профессором Московского университета Н. А. Любимовым, который добился того, чтобы его учебник был принят в качестве пособия для учащихся духовных семинарий. В решении Учебного комитета Синода записано: «Допустить «Начальную физику» Любимова наравне с «Учебником физики» Краевича для употребления в духовных семинариях в качестве учебного руководства по означенному предмету».

Товарищи Попова по семинарии не оставили о нем своих воспоминаний. Дальнейшие известия дошли до нас уже от его университетских друзей. Кроме цитированного рассказа Е. Л. Коринфского, некоторые указания содержатся в статье другого друга Попова, Г. А. Любославского, их сообщил ему сам Попов. «Воспитанник сначала духовного училища, затем духовной семинарии, все способности и склонности которого направлены были исключительно в сторону математики и физики, он проходит суровую, приучающую к самостоятельности и упорной работе семинарскую школу до пятого класса включительно».

Увлечение точными науками в юности предопределило область знаний, которыми Попов решил заняться, намереваясь вступить в высшую школу. В выборе учебного заведения у него никаких колебаний не было. Лучшим университетом в то время был, несомненно, Петербургский: в нем тогда был сосредоточен весь цвет русской науки. Хотя проживание в столице обходилось гораздо дороже и плата за право обучения была значительно выше, Петербург манил разночинцев еще и тем, что, являясь не только политическим, но и культурным центром страны, он давал более широкие возможности в смысле заработка, без которого не мог обходиться ни один студент, принадлежавший той среде, что и Попов. Столичный университет был избран им еще и потому, что в Петербурге в течение шести лет жил его старший брат.

Приехав в Петербург, Попов подал на имя ректора Университета прошение о принятии его на математическое отделение физико-математического факультета. К прошению были приложены метрическое свидетельство, формулярный список отца и свидетельство об окончании курса общеобразовательных наук, выданное ему Правлением Пермской духовной семинарии. Последний документ является первой известной нам документальной характеристикой его успехов на жизненном пути. В свидетельстве отмечается, что на протяжении всех четырех лет со времени поступления в семинарию он «обучался в оной при способностях отличных и прилежании отлично усердном». Далее перечислены предметы, которые изучались в семинарии. Их было одиннадцать, и из них только один богословский. Вот перечень того, что составило курс среднего образования Попова и оценка его успехов:

Изъяснение св. писания ветхого и нового завета .....	отлично
Словесность .....	отлично
Математика .....	отлично
История гражданская, всеобщая и русская .....	отлично
Логика.....	отлично
Психология .....	отлично
Обзор философских учений .....	отлично
Языки:	
греческий .....	отлично
латинский .....	отлично
французский .....	отлично

В документе указывается, что Попов был переведен в пятый класс «с причислением к первому разряду воспитанников сего класса», но он не пожелал продолжать духовное образование, возбудив ходатайство об увольнении из семинарии, которое было тридцатого июня 1877 года удовлетворено Правлением Пермской духовной семинарии и утверждено Пермским и Верхотурским епископом.

Выданное Попову Пермской духовной семинарией свидетельство, в котором удостоверялось, что по всем предметам он получил высший балл и что «поведения он отличного», освобождало его от проверочных испытаний, и он без экзаменов поступил в университет 31 августа 1877 года.



Пос. Турьинские Рудники, Максимовская церковь и деревянный дом Поповых (на переднем плане). Конец XIX — начало XX вв.





Семейная фотография Поповых. В центре родители Степан Петрович и Анна Степановна. Вокруг них дети, приехавшие из С-Петербурга, Надеждинска и Тобольска. А. Попов сидит во втором ряду, крайний слева. Богословский завод, 1894 г.



Александр Попов во время учебы в Екатеринбургском духовном училище. 1871–1873 гг.



Александр Попов с друзьями Дмитрием Порышевым и Павлом Ижевским — выпускники Пермской духовной семинарии. 1877 г.



Александр Степанович Попов с женой Раисой Алексеевой  
и детьми Степаном, Александром и Раисой. С-Петербург, 1893 г.



Александр Степанович Попов

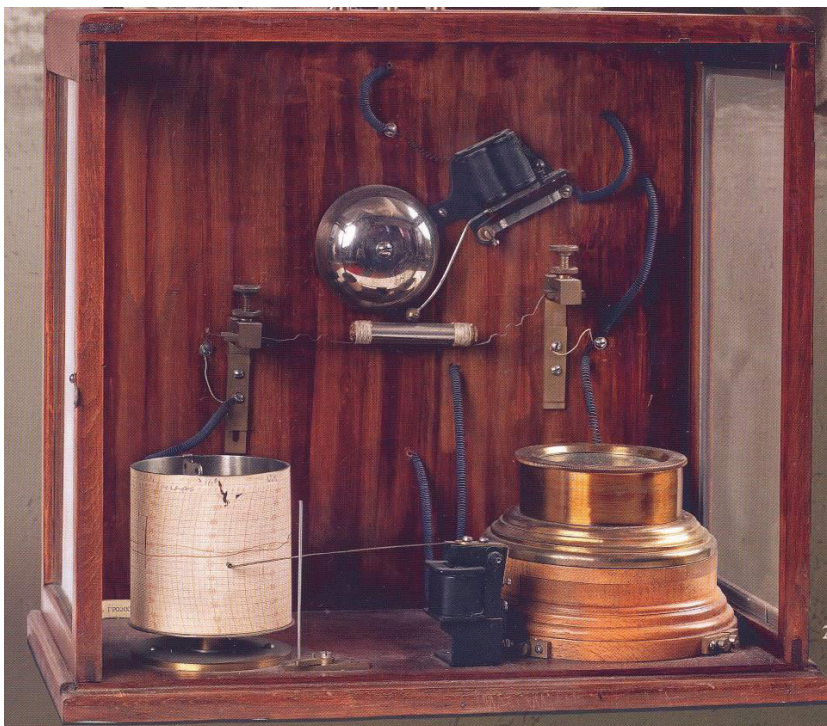




Памятник А. С. Попову в г. Екатеринбурге, открыт 7 мая 1975 г.



Долматовский монастырь, в духовном училище которого  
А. С. Попов обучался в 1870–1872 гг.



Грозоотметчик, изобретенный А. С. Поповым в 1895 г.



А. С. Попов среди преподавателей Минного офицерского класса  
(верхний ряд, второй справа)





Награды А. С. Попова: ордена Святого Станислава 2 ст. (вверху)  
и Святой Анны 2 ст. (внизу)

Студентам, вышедшим из той среды, что и Попов, постоянно приходилось думать о хлебе насущном, искать себе заработок.

Правда, известное облегчение приносило освобождение от платы за право учения, которая составляла 50 рублей в год. Согласно Уставу 1863 года, такие льготы предоставлялись «недостаточным студентам», но «не иначе, как на основании свидетельства о бедности и впоследствии удовлетворительных занятий науками». Представив в Совет университета выданное Пермской духовной консисторией свидетельство «о недостаточности средств отца», Попов был освобожден от платы за слушание лекций.

И, тем не менее, ему пришлось усердно заниматься репетиторством, так как вместе с ним в Петербург приехали две сестры, которые тоже нуждались в материальной помощи. Для того чтобы давать уроки в частных домах, надо было иметь разрешение университета. В сохранившемся «свидетельстве» мы читаем: «На основании § 21 Правил, коим всем воспитанникам казенных высших и средних заведений ведомства Министерства народного просвещения предоставляется право заниматься преподаванием в частных домах, выдано это свидетельство студенту Санкт-Петербургского университета физико-математического факультета 2 курса Александру Степановичу Попову на право обучения в частных домах предметам гимназического курса».

Труд «преподавания в частных домах» был неблагодарным: случайный и ограниченный заработок репетитора был недостаточен для жизни в большом городе. Свыше двух лет Попов старался жить на собственные средства, но сводить концы с концами не удавалось, и в мае 1880 года он подал ходатайство о назначении ему стипендии. Просьба юноши была удовлетворена. Позднее, будучи уже на старших курсах, он работал в Товариществе «Электротехник», где продолжал служить и некоторое время после окончания университета.

В биографии Попова его первые шаги на электротехническом поприще представляют большой интерес. Вот что рассказывает М. А. Шателен: «Большую роль в развитии у А. С. Попова интереса к электротехнике сыграла его служба в петербургском Товариществе «Электротехник». Это товарищество устраивало дуговое электрическое освещение в садах и общественных учреждениях, применяя главным образом дифференциальные лампы Чиколева, строило мелкие частные электростанции». Условия эксплуатации были часто довольно оригинальными. Так, при эксплуатации освещения одного из увеселительных садов Петербурга, где Попову приходилось регулировать напряжение динамо-машины изменением числа оборотов, роль вольтметра играл мальчик, стоящий около фонарей и кричавший Александру Степановичу «поддай», когда фонари начинали гореть, по его мнению, слишком тускло.

Некоторые из студентов, учившихся с Поповым в университете, оставили о нем воспоминания, правда, небольшие и отрывочные. Это, как уже упоминалось, были Г. А. Любославский и Е. Л. Коринфский. Последний, по его словам, «буквально просидел с Поповым на одной скамейке три года». В их записках за-

печатлено много привлекательных черт характера Попова. «В отношении к другим, — сообщает Е. Л. Коринфский, — это был необыкновенно симпатичный любезный и весьма отзывчивый человек, всегда готовый сделать все от него зависящее для лиц, часто совершенно для него посторонних». Тем более он был отзывчив к нуждам своих друзей. Из дошедших до нас известий видно, что, занявшись серьезно вопросами практического применения электричества, а это по тем временам, когда специалистов было очень мало, материально хорошо вознаграждалось, Попов привлекал к работе и своих товарищей. Об этом свидетельствует в автобиографии Г. А. Любославский, который при содействии Попова, еще будучи на четвертом курсе университета, поступил в Товарищество «Электротехник» младшим техником.

В эти годы в Петербурге наряду с высшими учебными заведениями большую работу вели научные общества. Интенсивная деятельность их широко развернулась в 60–70-х годах.

Возникновение физического общества связано с новым этапом в истории русской науки, когда Академия наук больше не играла роли единственного исследовательского учреждения, где проводят глубокие научные изыскания.

К окончанию курса в университете А. С. Попов стал уже не только физиком с университетским дипломом, но и опытным высокообразованным инженером-электриком. Более активная инженерная деятельность Попова развернулась несколько позднее, но основную техническую подготовку он получил именно на студенческой скамье.

В дипломе Попова отмечается, что он прослушал полный курс по математическому разделу физико-математического факультета и во время испытаний получил по большинству предметов — математике, механике, физике, физической географии и неорганической химии — отличные отметки, по богословию же, астрономии, геодезии и немецкому языку — хорошие. За такие познания, а также за представленную диссертацию он был признан достойным ученой степени кандидата физико-математического факультета, присужденной ему Советом университета 29 ноября 1882 года.

Согласно действующему тогда уставу университетский курс в случае успешного окончания завершался представлением выпускником диссертации.

Студент выпускался при этом со степенью кандидата университета в отличие от тех студентов, которые кончили эту высшую школу со званием действительного студента.

Представляет интерес тема диссертации «О принципах магнито-динамоэлектрических машин», которую избрал 23-летний соискатель кандидатской диссертации. Она указывает на направление его научных поисков и интересов. Это была область технических приложений законов электричества.

Работа Попова получила следующее заключение профессора П. П. Фандер Флита: «Диссертацию г. Попова нахожу вполне удовлетворительной. Это весьма обстоятельная и добросовестно выполненная работа». Благодаря та-

кому отзыву, а также превосходно сданным экзаменам Попов был оставлен при университете и для проживания в С.-Петербурге получил в качестве «вида на жительство» свидетельство, в котором удостоверялось, что «кандидат физико-математического факультета Александр Степанович Попов оставлен при императорском С.-Петербургском университете для приготовления к профессорскому званию».

Оставленный при университете получал 600 рублей в год, т. е. гораздо меньше, чем можно было заработать преподавателем гимназии. Положение осложнялось еще и тем, что ко времени окончания университета Попов стал уже семейным человеком.

Еще будучи репетитором, он давал уроки Раисе, дочери петербургского адвоката А. И. Богданова. Молодые люди подружились, и вскоре дружба перешла в глубокую привязанность. Ученица Попова стала его невестой. Получив образование, она поступила на Женские медицинские курсы. Ее отец вскоре умер. Попову надо было думать о зарботке для содержания семьи. Как раз в это время в Минном офицерском классе в Кронштадте стала вакантной должность преподавателя, которую А. С. Попов занял в 1883 году.

### ***2.2.2. Беспроволочный телеграф. Доклад 7 мая 1895 года***

Приступая в самом начале 1895 г. к своим работам по осуществлению связи без проводов, А. С. Попов располагал достаточно надежно работавшим возбудителем электромагнитных колебаний. Для этого он использовал так называемый «малый» вибратор Герца. Он представлял собой диполь, расположенный в фокусе параболического зеркала. Диполь образовывали два металлических цилиндра диаметром 30 мм и длиной 60 мм, имеющие с одного конца сферическую поверхность. К диполю присоединялась вторичная обмотка индукционной катушки, первичная обмотка которой через ключ замыкалась на батарею элементов. При манипуляции ключом во вторичной обмотке индуцировалось высокое напряжение (от 20 000 до 200 000 В в зависимости от типа катушки), являющееся причиной электрического пробоя между элементами вибратора. В момент пробоя (искры) в контуре, образованном вторичной обмоткой индукционной катушки и диполем, возникали высокочастотные затухающие электромагнитные колебания. Мощность этих колебаний можно было менять, изменяя длину искрового промежутка. Частоту колебаний можно было изменять с помощью вариаций размеров вибраторов. Возбуждение и прекращение колебаний осуществлялось манипулятором в первичной обмотке индукционной катушки.

Таким источником электромагнитных колебаний А. С. Попов пользовался в своих многочисленных демонстрациях опытов Герца. Индикатором электромагнитных колебаний в опытах А. С. Попов использовал резонатор Герца, представляющий собой диполь, к которому присоединялись электроды разрядника. О воздействии электромагнитного поля на приемный диполь можно было судить по маленькой искре, проскакивающей в воздушном промежутке раз-



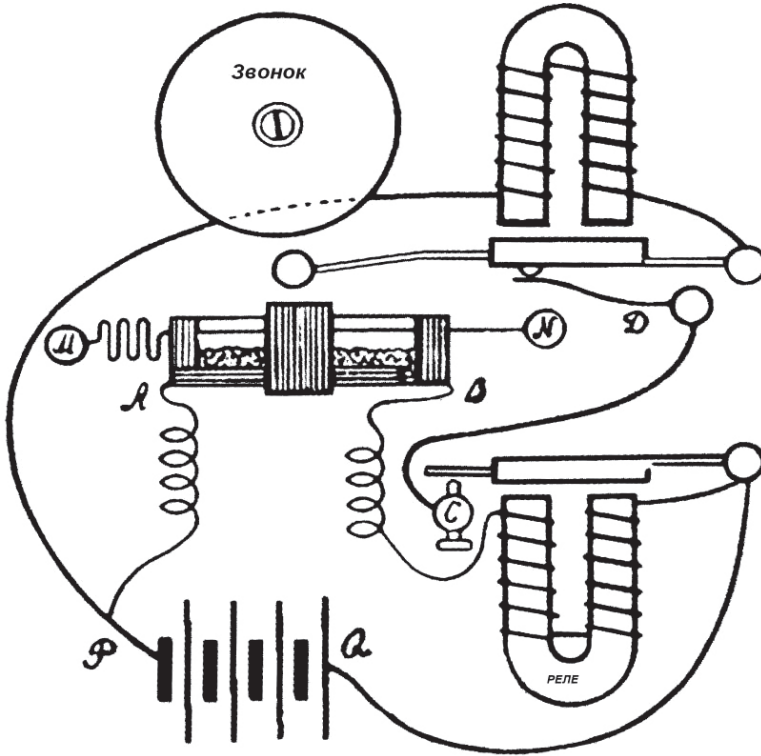
рядника. Для лабораторных опытов такой индикатор годился. Однако чувствительность его была мала. Не зря опыты с применением описанной аппаратуры называли «кабинетными».

Творческие поиски А. С. Попова в направлении применения электромагнитных волн для связи без проводов шли по пути создания более чувствительного, чем резонатор Герца, устройства обнаружения электромагнитных волн. Эти поиски содержали два этапа. Первый из них состоял в отыскании чувствительного и устойчиво действующего реагента на электромагнитное поле. Второй — в создании схемы приемника, который мог бы неискаженно воспроизводить передаваемые сигналы.

В качестве устройства, реагирующего на электромагнитное поле, А. С. Попов выбрал когерер. В основе работы когерера лежит принцип изменения сопротивления металлических порошков под влиянием электромагнитных колебаний. Хотя когерер был уже известен по работам английского ученого Лоджа, изобретатель радио провел большую и очень серьезную исследовательскую работу по нахождению наиболее подходящего материала для опилок и установлению наиболее целесообразной их формы. Он исследовал свойства порошков различных металлов, составлял разные смеси, придавал порошкам различную зернистость и форму, изучал их поведение при прохождении электромагнитных волн, исследовал различные формы и конструкции когереров, положение электродов в когерерах. В конце он пришел к конструкции когерера, состоявшей из стеклянной трубочки диаметром около одного сантиметра и длиной 6–8 см, к стенкам которой изнутри были приклеены тонкие платиновые полоски. Трубка, наполовину наполненная мелкими стальными опилками, располагалась горизонтально.

При действии электромагнитных волн сопротивление опилок в когерере резко уменьшалось. Восстановить снова высокое сопротивление опилок можно было, только встряхнув когерер каким-либо способом.

После того как А. С. Попов решил первую задачу, а именно, по его словам, добился «удовлетворительного постоянства чувствительности при употреблении трубки с платиновыми листочками и железным порошком», он стал решать вторую задачу: «изобретать такую конструкцию когерера, чтобы связь между опилками, вызванная электромагнитным колебанием, разрушалась немедленно автоматически». Была найдена исключительно простая и удачная идея: трубку когерера необходимо встряхивать синхронно с каждой серией приходящих колебаний, возбуждаемых периодически с частотой замыкания прерывателя индукционной катушки в генераторе электромагнитных колебаний. С этой целью изобретатель установил над когерером электрический звонок, который срабатывал в момент прихода электромагнитных колебаний. Молоточек звонка ударял о чашечку звонкового устройства, а при обратном ходе касался когерера, предохраненного от разбивания в этом месте резиновым кольцом.



Принципиальная схема приемника А. С. Попова:

А, В, С, Д — зажимные контакты; Р, Q — батарея питания;  
М, N — подвеска когерера

Так осуществлялось автоматическое встряхивание когерера при приходе сигнала. Когерер с автоматическим встряхивателем стал основной частью радиоприемника А. С. Попова.

Присоединив к приемнику антенну — проволоку 2,5 м, изобретатель добился на открытом воздухе уверенной работы своего устройства на расстоянии 80 м. Таким образом, весной 1895 г. А. С. Попов построил и экспериментально опробовал первую в мире радиолинию, содержащую передатчик и приемник, которая могла быть применена для беспроводной связи с помощью электромагнитных волн. Весной 1895 г. состоялась и первая публичная демонстрация устройства.

25 апреля (7 мая) 1895 г. научный мир ознакомился с важнейшим достижением, которое легло в основу телеграфирования без проводов. В § 3 протокола заседания физического отделения Русского физико-химического общества записано: «... Докладчик исследовал резкие изменения в сопротивлении, испы-

тываемые металлическими порошками в поле электрических колебаний. Пользуясь высокой чувствительностью металлических порошков к весьма слабым электрическим колебаниям, докладчик построил прибор, предназначенный для показывания быстрых колебаний в атмосферном электричестве. Прибор состоит из стеклянной трубки, наполненной металлическим порошком и введенной в цепь чувствительного реле. Реле замыкает ток батареи, приводящей в действие электрический звонок, расположенный так, что молоточек его ударяет и по чашке звонка, и по стеклянной трубке. Когда прибор находится в поле электрических колебаний или соединен с проводником, находящимся в сфере их действия, то сопротивление порошка уменьшается, реле замыкает ток батареи и приводит в действие звонок; уже первые удары звонка по трубке восстанавливают прежнее большое сопротивление порошка и, следовательно, приводят снова прибор в прежнее чувствительное к электрическим колебаниям состояние. Предварительные опыты, произведенные докладчиком с помощью небольшой телеграфной линии в г. Кронштадте, показали, что воздух действительно иногда подвержен быстрым переменам его потенциала. Основные опыты измерения сопротивления порошков под влиянием электрических колебаний и описанный прибор были показаны докладчиком».

Подробное содержание доклада было несколько позднее опубликовано А. С. Поповым в печати под названием «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний». Статья датирована декабрем 1895 г. В ней мы находим наглядное изображение предложенной А. С. Поповым схемы приемника и описание ее работы: «Трубка с опилками подвешена горизонтально между зажимами *M* и *N* на легкой пружине, которая для большей эластичности согнута так, чтобы при своем действии звонок мог давать легкие удары молоточком посередине трубки, защищенной от разбивания резиновым кольцом. Удобнее всего трубку и звонок укрепить на общей вертикальной дощечке. Реле может быть помещено как угодно. Действует прибор следующим образом. Ток батареи в 4–5 вольт постоянно циркулирует от зажима *P* к платиновой пластинке *A*, далее через порошок, содержащийся в трубке, к другой пластинке *B* и по обмотке электромагнита реле обратно к батарее. Сила этого тока недостаточна для притягивания якоря реле, но если трубка *AB* подвергнется действию электрического колебания, то сопротивление мгновенно уменьшится и ток увеличится настолько, что якорь реле притянется. В этот момент цепь, идущая от батареи к звонку, прерванная в точке *C*, замкнется, и звонок начнет действовать, но тотчас же сотрясения трубки опять уменьшат ее проводимость, и реле разомкнет цепь звонка. В моем приборе сопротивление опилок после сильного встряхивания бывает около 100 000 омов, а реле, имея сопротивление около 250 омов, притягивает якорь при токах от 5 до 10 миллиампер (пределы регулировки), т. е. когда сопротивление всей цепи падает ниже тысячи омов. На одиночное колебание прибор отвечает коротким звонком. Непрерывно действующие разряды спирали отзываются довольно частыми, через приблизительно равные промежутки следующими звонками».

Отметим, что последнее замечание имеет очень важное значение. В сущности, А. С. Поповым была решена задача воспроизведения приемником коротких и длинных посылок, что совершенно необходимо было, например, для осуществления передачи сигналов с помощью известной тогда азбуки Морзе.

Таким образом, весной 1895 г. вся принципиальная и техническая суть беспроводной связи была А. С. Поповым разработана и осуществлена; 25 апреля (7 мая) 1895 г. она была продемонстрирована публично, что зафиксировано протоколом заседаний Русского физико-химического общества. Именно поэтому 7 мая считается днем рождения радио.

В дальнейшем А. С. Попов постоянно усовершенствовал свое изобретение. Но уже в том виде, в каком оно было реализовано весной 1895 г., изобретатель видел несколько практических его приложений. О первом и главном назначении — для обнаружения и регистрации электрических колебаний с целью сигнализации — уже говорилось выше. Включив параллельно звонковому реле электромагнитное реле с самописцем, добавив вращающийся барабан с бумагой, вращаемый часовым механизмом, летом 1895 г. А. С. Попов приспособил свой приемник для регистрации гроз. Грозоотметчик получил признание и практическое применение. Им пользовались для предупреждения о приближении грозы, так как по правилам того времени при грозе следовало выключать и заземлять воздушные линии электропередачи.

Включив параллельно звонковому реле электромагнитное реле телеграфного аппарата и введя усовершенствования в манипулятор передатчика для обеспечения коротких и длинных (периодических) посылок, изобретатель несколько позднее осуществил радиотелеграфную связь, продемонстрировав ее действие в декабре 1897 г. Первая радиограмма содержала всего одно слово «Герц». Однако, как писал академик В. Ф. Миткевич, «все достижения современной радиотехники берут начало от этой скромной, маленькой депеши». В январе 1896 г. Попов, выступая перед собранием морских офицеров в Кронштадте, указывал на возможности телеграфирования без проводов и использование нового вида связи для нужд военно-морского флота. Понятен интерес, который возбудило это сообщение у моряков-специалистов. Попову были выданы инструкции не разглашать своего открытия, и поэтому второй доклад Попова Русскому физико-химическому обществу не был опубликован.

В протоколе заседания записано следующее: «А. С. Попов показывает приборы для лекционного демонстрирования опытов Герца. Описание уже помещено в Журнале Русского физико-химического общества». Очевидно, что эта запись вовсе не отражает содержания доклада Попова.

«Такая скупость в словах протокола, — пишет участник этого заседания В. К. Лебединский, — весьма мало изображающая сущность и высокую важность доклада, объясняется тем, что в 1896 г. работы Попова велись под контролем Морского министерства и не могли быть разглашаемы».

## ПРОТОКОЛЪ

151 (201)-го засѣданія Физическаго Отдѣленія Русскаго Физико-Химическаго Общества.

25-го апрѣля 1895 г.

За болѣзнію О. О. Петрушевскаго предсѣдательствуетъ на засѣданіи проф. И. И. Боргманъ.

1) Дѣлопроизводитель читаетъ списокъ книгъ и журналовъ, полученныхъ библіотекою Отдѣленія со дня послѣдняго очереднаго собранія (21 марта 1895 г.).

2) Л. Г. Богаевскій вмѣсто предполагавшагося имъ сообщенія: «О взаимодействіи между нагрѣтымъ воздухомъ и влажной поверхностью» изложилъ нѣсколько подробнѣе нѣкоторые вопросы изъ его работы «О законѣ параболы», сообщенной имъ въ засѣданіи Отдѣла 21 марта 1895 г. (Работа будетъ напечатана въ журналѣ Общества).

Замѣчанія сдѣлали И. И. Боргманъ и Н. А. Смирновъ.

3) А. С. Поповъ сдѣлалъ сообщеніе: «Объ отношеніи металлическихъ порошковъ къ электрическимъ колебаніямъ». Исходя изъ опытовъ Бранли, докладчикъ изслѣдовалъ рѣзкія измѣненія въ сопротивленіи, испытываемыя металлическими порошками въ полѣ электрическихъ колебаній. Пользуясь высокой чувствительностью металлическихъ порошковъ къ весьма слабымъ электрическимъ колебаніямъ, докладчикъ построилъ приборъ, предназначенный для показыванія быстрыхъ колебаній въ атмосферной электричествѣ. Приборъ состоитъ изъ стеклянной трубки, наполненной металлическимъ порошкомъ и введенной въ цѣпь чувствительнаго реле. Реле замыкаетъ токъ батареи, приводящей въ дѣйствіе электрискій звонокъ, расположенный такъ, что молоточекъ его ударяетъ и по чашкѣ звонка, и по стеклянной трубкѣ. Когда приборъ на-

Протоколъ засѣданія Русскаго физико-химическаго общества

Такимъ образомъ, съ полной уверенностью можно утверждать, что весной 1895 г. вся принципиальная и техническая суть беспроводной связи была А. С. Поповымъ разработана и осуществлена. 25 апрѣля (7 мая) 1895 г. она была публично доложена и продемонстрирована, что тогда же было зафиксировано протоколомъ, вскоре опубликованнымъ в русском научномъ журналѣ, имевшемъ широкое распространение.



Этим был завершен период исканий надежных технических решений в задаче осуществления радиосвязи, и дата опубликования А. С. Поповым своего изобретения стала днем рождения радио.

### **2.2.3. Грозоотметчик и метеорология**

В ходе работ, относящихся к изобретению радиосвязи, А. С. Попов установил, что его «прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» реагирует не только на сигналы передатчика, но оказывается чувствительным и к электрическим разрядам в атмосфере. Как внимательный исследователь, он не прошел мимо подобного явления и сразу же отметил этот факт в своей статье: «В результате я пришел к устройству прибора, служащего для объективных наблюдений электрических колебаний, пригодного как для лекционных целей, так и для регистрирования электрических пертурбаций, происходящих в атмосфере». Интерес А. С. Попова к изучению атмосферных разрядов, надо думать, был вызван двумя причинами. Прежде всего, его могло интересовать, не будут ли эти разряды недопустимо мешать радиосвязи, и затем, нельзя ли применить осуществленный им «прибор» непосредственно для метеорологических наблюдений.

Об интересе А. С. Попова к изучению влияния атмосферных помех на радиосвязь мы узнаем и из других слов: «Прежде всего я воспользовался своим прибором для того, чтобы решить вопрос, есть ли в нашей атмосфере электрические колебания, а если есть, то как они часты и от каких причин зависят».

Для выяснения всего этого А. С. Попов летом и осенью 1895 г. в Лесном институте в Петербурге на метеорологической станции у профессора Г. А. Любославского (1860–1915 гг.) и при его участии провел ряд наблюдений, используя для этого специально созданный регистрирующий прибор.

Результаты этих испытаний подтвердили практическую возможность осуществления радиосвязи (грозы не так уж часты, дожди и атмосферные разряды при ясной погоде не создают сплошной помехи). Получив эти данные, А. С. Попов, естественно, не только не прекратил своих работ в области радиосвязи, а наоборот, через несколько месяцев, внося в используемую им для этого аппаратуру значительные усовершенствования, вновь выступил с рядом докладов и демонстраций.

Позже (в 1897 г.) после летних испытаний радиосвязи, А. С. Попов подвел итоги наблюдениям над мешающим действием атмосферных помех. В отчете об опытах в кампанию 1897 г. он пишет: «Грозовые тучи и даже облака, давая электрические разряды, служат источниками электромагнитных волн, которые могут вызвать действие приемного прибора помимо станции отправления, и при частых разрядах во время грозы телеграфирование невозможно. Помимо же грозовых разрядов, электрические колебания хотя и возникают иногда, но сравнительно редко, как показывают двухлетние наблюдения на Метеорологической обсерватории Лесного института, производимые над прибором, подобным приемнику, а потому не могут мешать сигнализации».



Помимо описанного выше использования «прибора для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» с целью изучения атмосферных разрядов как источника помех беспроводной связи сам А. С. Попов, а за ним и другие ученые видели возможность применения этого «прибора» непосредственно для метеорологических исследований. О таком назначении «прибора» А. С. Попов в апреле 1895 г. отдельно докладывал на соединенном собрании Метеорологической комиссии Географического общества и членов Главной физической обсерватории. В том же году (в июле) этот «прибор» под названием «разрядоотметчика» был описан в книге профессора Д. А. Лачинова «Основы метеорологии и климатологии». В книге приводятся обстоятельно изложенные данные относительно схемы «прибора» и принципа автоматического синхронного декогериования.

Одним из досадных заблуждений, получивших довольно значительное распространение в исторической литературе, посвященной изобретению радио, было утверждение, что А. С. Попов в 1895 г. изобрел только грозоотметчик, сам дал этому прибору такое наименование и именно его демонстрировал на заседании 25 апреля (7 мая) того же года.

Возникновение этого взгляда имеет свое объяснение. Прежде всего, так произошло потому, что в технической литературе того времени использованию грозоотметчика было уделено больше внимания, чем опытам по связи.

Разработка радиосвязи в России производилась в интересах военно-морского флота, и этим, естественно, затруднялась публикация многого из того, что делалось. Получилось так, что литература, посвященная грозоотметчику, просто-напросто заслонила своим количеством все другие сведения о работах А. С. Попова в области радио. Кроме того, морское ведомство запрещало А. С. Попову публикации по его изобретению, считая их «закрытыми».

### **2.3. Гульельмо Маркони. Патент Маркони**

---

Г. Маркони родился в 1874 г. в Болонье (Италия) в весьма обеспеченной семье. Учился в техническом училище в Ливорно. В возрасте 20 лет Маркони увлекся физикой, особый интерес у него вызывали исследования по теории электричества Дж. Максвелла, Г. Герца, Э. Бранли, О. Лоджа и А. Риги.

В 1894 г. Маркони прочитал об опыте, продемонстрированном в 1888 г.: электрическая искра, проскакивающая через зазор между двумя металлическими шариками, порождала периодические колебания, или импульсы (волны Герца). Маркони сразу же пришла мысль использовать эти волны для передачи сигналов по воздуху без проводов. Следующие 40 лет своей жизни он посвятил беспроводной телеграфии, добиваясь все большей эффективности и дальности передачи.

Получив консультацию у Риги, Маркони воспользовался вибратором Герца и когерером Бранли (детектором волн Герца, превращающим колебания в электрический ток) и передал сигнал, включавший электрический звонок, находив-

шийся по другую сторону лужайки отцовского поместья. К середине 1895 г. Маркони создал более чувствительный и надежный когерер: включил телеграфный ключ в цепь передатчика, заземлил вибратор и присоединил один из его концов к металлической пластине, расположенной высоко над землей. В результате этих усовершенствований ему удалось передать сигнал на расстояние 1,5 мили. Поскольку итальянское правительство не проявило интереса к его изобретению, Маркони отправился в Англию в надежде найти там средства для продолжения исследований и развертывания коммерческого использования своего изобретения. В 1896 г. двоюродный брат Маркони Г. Дэвис помог ему составить патентную заявку на изобретение в области радиотелеграфии.



Г. Маркони  
(1874–1937 гг.)

Пребывание Маркони в Англии началось с неприятности: подозрительные таможенники разбили его беспроволочный аппарат. Восстановив свое детище, Маркони сумел привлечь к нему внимание британских предпринимателей и правительственных чиновников. В сентябре 1896 г., усовершенствовав свою систему, он передал сигнал на расстояние почти в 2 мили. Когда итальянское правительство призвало его на трехлетнюю военную службу, Маркони удалось обеспечить себе формальное прохождение службы, числясь курсантом военно-морского училища при итальянском посольстве в Лондоне.

В июле 1897 г. Маркони получил патент на свой беспроволочный телеграф под названием «Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов в аппаратуре для этого» с приоритетом от 2 июня 1896 г. В мае 1897 г. он передал сигналы через Бристольский залив на расстоянии 9 миль. В июле того же года Маркони и небольшая группа вкладчиков основали «Компанию беспроволочного телеграфа и сигналов», в задачу которой входила установка аппаратов на плавучих и наземных маяках вдоль побережья Англии. В ходе работ Маркони обнаружил, что дальность передачи пропорциональна числу и длине используемых антенн. Чтобы передать сигнал на расстояние 28 миль через Ла-Манш, Маркони использовал группу антенн, каждая из которых была высотой 150 футов. В 1900 г., опираясь на открытие Ф. Брауна, Маркони включил в свой передатчик конденсатор и катушку настройки, что позволило увеличить энергию сигнала. Конденсатор усиливал эффект колебаний, создаваемых искровым разрядником, а катушки позволяли добиться совпадения периода колебаний в антенне с периодом усиленных колебаний. Эти две цепи отныне можно было настраивать так, чтобы колебания в них происходили согласованно и тем самым не было бы га-

шения колебаний вследствие интерференции. Это сводило до минимума затухание сигнала.

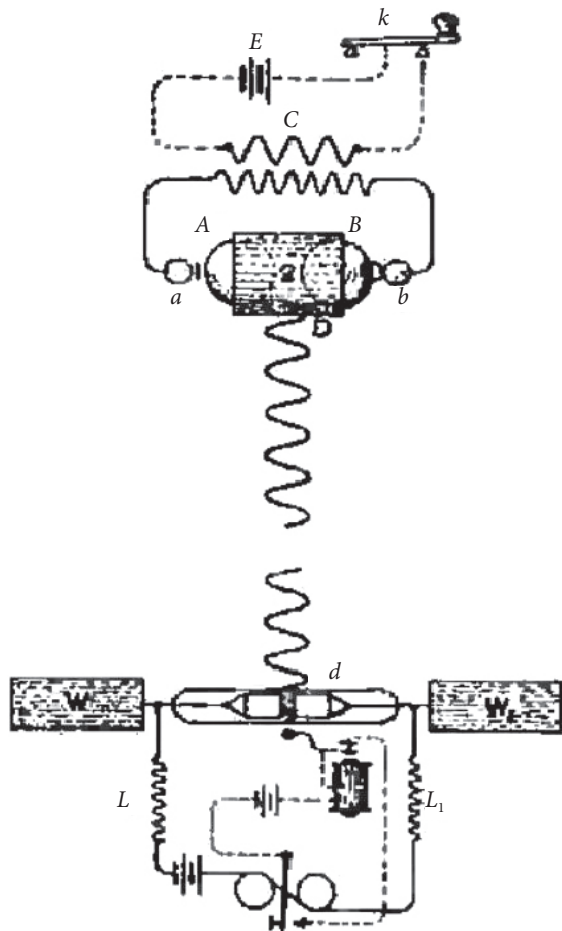


Схема беспроводного телеграфа Г. Маркони

Тогда же Маркони усовершенствовал и прием сигналов, включив в приемник катушку настройки, в результате чего от принимаемого сигнала когереру передаются только колебания, настроенные на колебания передатчика. Этим исключается прием сигналов, передаваемых всеми остальными антеннами. Патент № 7777, выданный в апреле 1900 г., по существу закреплял за Маркони монополию на использование настроенных друг на друга передатчиков и приемников. Основанная им компания была переименована в «Компанию беспроводной телеграфии Маркони».

В конце 1900 г. Маркони удалось увеличить дальность передачи сигналов до 150 миль. В январе 1901 г. он установил беспроводный контакт между неко-

торыми пунктами на побережье Англии, отстоявшими друг от друга на расстоянии 186 миль. В конце того же года, находясь в Сент-Джоне на острове Нью-Фаундленд, Маркони принял сигнал, переданный через Атлантический океан из Корнуолла (Великобритания). Сигнал преодолел расстояние в 2100 миль. В 1902 г. Маркони передал первый беспроводный сигнал через Атлантику с запада на восток. В 1905 г. он взял патент на направленную передачу сигналов. В 1907 г. Маркони открыл первую трансатлантическую службу беспроводной связи, а в 1912 г. получил патент на усовершенствованную регулируемую во времени искровую систему для генерирования передаваемых волн.

Маркони и Браун были вместе удостоены Нобелевской премии по физике 1909 г. «в знак признания их заслуг в развитии беспроводной телеграфии». Отмечая теоретические исследования М. Фарадея, Г. Герца и других предшественников Маркони, Х. Хильдебрант из Шведской королевской академии отметил, что «главное (помимо неукротимой энергии, с которой Маркони шел к им же самим поставленной цели) было достигнуто, когда Маркони благодаря природным способностям удалось воплотить всю систему в виде компактной, пригодной для практического использования конструкции».

Во время первой мировой войны Маркони выполнял ряд военных миссий и, в конце концов, стал командующим итальянским военно-морским флотом. Руководил он и программой по телеграфии для нужд итальянских вооруженных сил. В 1919 г. его назначили полномочным представителем Италии на Парижской мирной конференции. От имени Италии Маркони подписал договоры с Австрией и Болгарией.

Превратив свою паровую яхту «Элеттру» в дом, лабораторию и рабочий кабинет, Маркони в 1921 г. приступил к интенсивным исследованиям коротковолновой телеграфии. К 1927 г. компания Маркони развернула международную сеть коммерческих коротковолновых телеграфных связей. В 1931 г. Маркони исследовал передачу микроволн и в следующем году установил первую радиотелефонную микроволновую связь. В 1934 г. он демонстрирует возможность применения микроволновой телеграфии для нужд навигации в открытом море.

В 1905 г. Маркони женился на уроженке Ирландии Беатрис О'Брайен. У них родилось трое детей. Через три года после развода, последовавшего в 1924 г., Маркони вступил во второй брак с графиней Бецци-Скали, от которой у него была дочь. Маркони скончался 20 июля 1937 г. в Риме.

Среди прочих наград Маркони был удостоен медали Франклина Франклиновского института и медали Альберта Королевского общества искусств в Лондоне. В Италии он получил наследственный титул маркиза, был сенатором и награжден Большим крестом ордена Короны Италии.

2 июня 1896 года Маркони подал свою первую патентную заявку, содержание которой сохранялось в тайне около полутора лет. 25 сентября 1896 года имя Маркони впервые появилось на страницах крупнейшего английского электротехнического журнала «Электричество». Редакция журнала, хорошо знакомая

с работами Лоджа и других, высмеивала утверждение руководителя английских правительственных телеграфов Вильяма Приса, что молодой итальянский изобретатель Маркони достиг якобы «надежной связи на 1/4 мили, применяя когерер — прибор, хорошо известный своей склонностью к капризам».

Рекламная шумиха, поднятая вокруг опытов Маркони, не вызвала одобрения ученого мира, отлично разбиравшегося в сущности деятельности молодого итальянца. Оливер Лодж, сделавший чрезвычайно много для беспроводной телеграфии и популяризации достижений Герца, писал:

«Один из студентов профессора Риги в Болонье услышал на лекции о передаче на расстоянии волн Герца и об их обнаружении сцеплением металлических опилок. Обладая чувством юмора и большой энергией, располагая свободным временем, он приступил к изготовлению подходящего когерера, упаковал его в запечатанную коробку и привез его в Англию как секретное изобретение для дальнейшей сигнализации без проводов. Влиятельными лицами он был представлен главному инженеру Правительственного телеграфа, по-видимому, слишком занятому для того, чтобы помнить о последних достижениях в области волн Герца, вследствие чего было объявлено, что коробки содержат «новый план», который привезен в Англию. Были прочитаны доклады в Королевском институте и в Королевском обществе. Палата Лордов ассигновала 600 фунтов стерлингов на поставку специальных опытов, которые и были произведены опытным персоналом с присущим ему искусством. Можно поздравить господина Маркони с успехом его предприятия; о нем пишут в газетах этой страны и других стран, а также в популярных журналах. Теперь, наконец, английская публика услышала, очевидно впервые, что существуют электрические волны, которые могут передаваться на значительное расстояние и могут быть там обнаружены необычным образом. Так секретный ящик дал публике больше сведений, чем много томов трудов Английской академии наук. Наши старые друзья — волны Герца и когереры — стали общественными и получили национальное и даже международное признание. Каждая газета содержит сведения о практическом применении изобретения, за исключением сведений о тех невлиятельных лицах, которые усердно работают над его дальнейшей разработкой».

Как известно, А. С. Попов свое изобретение радиосвязи не запатентовал, но сделал его путем широкой огласки в печати достижением всего человечества. Этим самым он лишил права на приоритет других претендентов и пресек всякие поползновения отдельных фирм на мировую монополию. Но все же борьба на этом фронте разгорелась.

В июле 1897 года в Англии возникла фирма Маркони под названием «Общество телеграфии и сигнализации без проводов» с основным капиталом 100000 фунтов стерлингов. С самого начала своей деятельности компания стремилась осуществить мировую монополию и с этой целью прибегала к самым разнообразным приемам. В частности, предпринимала попытки запатентовать систему радиосвязи в различных странах, но из этого ничего не вышло, так как большинство

стран, за исключением Италии, ссылаясь на существование «системы» А. С. Попова, в выдаче патентов фирме отказало. Компания прибегала к широкой и хорошо поставленной рекламе, что, конечно, оказывало свое влияние; действовала в своих интересах через различные государственные органы, ведавшие радиосвязью, и через отдельных лиц, причастных к этой новой отрасли техники.

В Германии, как уже было отмечено, интерес к только что возникшей радиотехнике в первую очередь проявил А. Слаби (1897 г.), который привлек к сотрудничеству инженера Г. Арко. Оба они ориентировались на известную фирму АЕГ — «Всеобщую электрическую компанию». С другой стороны, не менее известная немецкая фирма «Сименс и Гальске» пригласила для работы в области беспроводной телеграфии профессора К. Брауна и тоже организовала производство радиоаппаратуры. До 1903 года обе фирмы действовали порознь, но в конце года они слились в одну, получившую название «Телефункен» и ставшую затем крупным конкурентом компании «Маркони». Во главе новой фирмы стал Г. Арко, а научное руководство в ней осуществляли А. Слаби и К. Браун.

О профессоре Страсбургского университета К. Брауне следует сказать хотя бы несколько слов: в истории радиотехники он впоследствии сыграл видную роль. Не говоря уже о том, что им в 1897 г. была предложена и сконструирована «брауновская» электронно-лучевая трубка, ему принадлежат введенные им впервые в практику (1900 г.) «сложные» схемы в передатчиках, выделение разрядника и антенны в отдельные колебательные контуры, использование в приемниках двух связанных колебательных контуров, обнаружение униполярной проводимости контактов двух минералов между собой или контактов минералов с металлами и использование этого эффекта для создания кристаллических детекторов (1906 г.), создание рамочных антенн (1913 г.) и др.



К. Браун  
(1850–1918 гг.)

Фирмы «Маркони» и «Телефункен» в начальный период радиотехники на мировой арене оказались основными конкурентами, вступившими в борьбу за рынки сбыта в крупном масштабе. Французские фирмы в то время в счет идти не могли, так как они едва справлялись с удовлетворением внутренних и колониальных потребностей своей страны и поставляли аппаратуру по некоторым не крупным русским заказам (Дюкрете). Фирмы США до поры до времени также в основном занимались удовлетворением внутренних нужд своей страны и конкуренцией в рамках своего государства. Ниже мы остановимся на патентной и приоритетной борьбе только в пределах того, что в той или иной мере касалось России и А. С. Попова.



В 1897 году Г. Маркони решил добиться патента на свою систему радиосвязи в России, но этого ему сделать не удалось вследствие того, как это видно из отзыва Морского ведомства, что «передача сигналов с помощью электрических импульсов, возбуждаемых при посредстве различных вибраторов и приемников с чувствительными трубками или слабыми контактами не представляет нововости для Морского ведомства, где работа в этом направлении производится с 1895 года. Все источники электрических колебаний, перечисленные в спецификации Г. Маркони, по существу известны и вошли в курсы специальных учебных заведений Морского ведомства ...». Кстати говоря, Г. Маркони не предпринимал никаких шагов для того, чтобы опротестовать этот отказ. Значит, данных у него для этого не было.

### *2.3.1. Джиггерный радиоприемник*

Техническое развитие радио обусловили два представления.

Первое — это распространение радиоволн в прямой видимости. Облигатный переход в длинноволновую часть радиоспектра электромагнитных колебаний.

Второе — энергетическое обстоятельство. Обратное пропорциональное квадратичное падение энергетической составляющей электромагнитного спектра. Закономерный переход к остро настроенным колебательным системам.

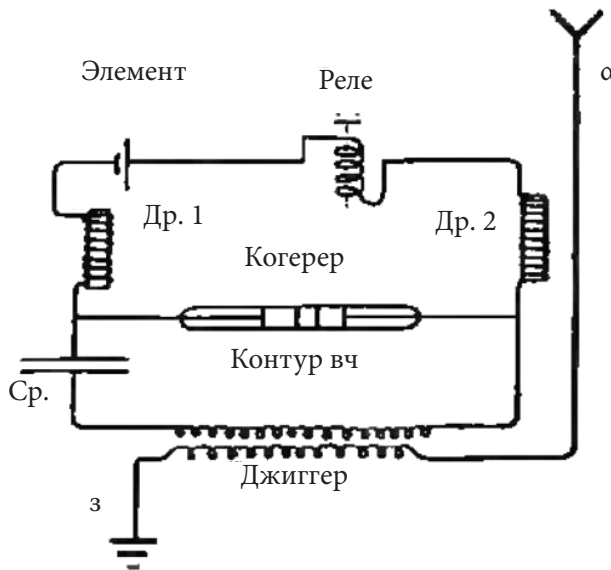
Оба этих фактора, действующих однонаправлено, очень быстро привели к длинноволновому диапазону и дальнему загоризонтному приему и передаче информации на расстояниях в десятки километров.

Большой проблемой была невозможность работать на одной частоте, так как искровая телеграфия занимала огромную часть всего волнового спектра, и одновременная работа даже двух пар корреспондентов невозможна из-за влияния взаимных помех.

Важнейшей составляющей этой проблемы была дальность связи, которая являлась ведущей в деловом и рекламно-коммерческом смыслах. Дальность связи зависит от увеличения мощности передающих устройств, поэтому при изобретении новых устройств высокое значение уделялось резонансному трансформатору Теслы, обладающему уникальным свойством. Варьируя числом витков в обмотках, можно было добиться подстройки в резонанс антенны и приемного контура.

Исследовательская группа Г. Маркони усовершенствовала схему Теслы ключевым дополнением, а именно введением в первичный контур разделительной емкости. Это позволило определить высокочастотную часть схемы от цепи управляющего реле. Чувствительность и избирательность приемника возросли более, чем в два раза, а дальность связи увеличилась до 100 миль и более. Новая схема получила название «джиггер». Патентная заявка поступила 1 июня 1899 года, а сам патент был получен 1 июля 1899 года.

Изобретение джиггерного радиоприемника явилось принципиальным радиотехническим событием. И приемники, и передатчики получили возможность настраиваться на радиоволну.



Джиггер

Благодаря джиггеру стала развиваться резонансная радиотехника с частотно-связанными контурами. Определилась селекция, первое время ограниченная. Весь спектр электромагнитных колебаний разделился на два условных диапазона с учетом конструктивного исполнения антенн. Первый, с длиной волны менее 1 км, использовался на морских судах и в передвижной левой связи, где технически длинную антенную сеть было сделать невозможно, и диапазон с длиной волны более 1 км.

Джиггерный патент был коллективным, но право первенства, безусловно, принадлежит Г. Маркони.

К 1901 году система радио существовала как неотъемлемая часть связи и была общепризнанной. Строились мощные правительственные станции, специальные береговые судовые радиостанции. Так как прокладка кабеля была чрезвычайно дорогостоящим и сложным в техническом смысле мероприятием, кроме того, существовал риск безвозвратного выхода кабеля из строя, радио решало все эти проблемы.

## 2.4. Владимир Владимирович Скобельцин.

### Усовершенствование приемника А. С. Попова

В. В. Скобельцин — русский советский физик, профессор, директор Петроградского политехнического института. Скобельцин родился 4 (16) марта 1863 г. в Курске в семье потомственного дворянина. Род Скобельциных известен в российской истории с XVI века. В Псковском историческом музее экспонируется



В. Скобельцин  
(1863–1947 гг.)

грамота царя Алексея Михайловича о дарении «боярину Скобельцину» поместья под Псковом. В роду Скобельциных было много служивых людей, в том числе и военных в генеральских чинах. С десятилетнего возраста Скобельцин жил в Петербурге и воспитывался в I-ой Петербургской классической гимназии. Окончив ее, в 1882 г. поступил на физико-математический факультет Петербургского Университета. 16 декабря 1887 г. получил свидетельство на звание учителя физики и математики.

2 апреля 1896 г. в электротехническом институте в Санкт-Петербурге ассистент профессора физики В. В. Скобельцин сделал доклад о приборе А. С. Попова с демонстрацией передачи и приема электромагнитных колебаний под названием «Прибор А. С. Попова для регистрации электрических колебаний». Изготовленный им собственноручно в институтской физической лаборатории, приемник представлял видоизмененную схему приемника А. С. Попова, но с дополнением. В. В. Скобельцин увидел явное электрическое несовершенство, а именно: когерер имел значительно большее сопротивление, чем обмотка управляющего реле, он блокировался, «закорачивался». Поэтому В. В. Скобельцин ввел в первичную когерерную цепь два дополнительных сопротивления, опять-таки для согласования отдельных участков цепи по напряжению. Поскольку в те времена они были проволочными и для уменьшения размеров скрученные в катушку, то обладали определенной индуктивностью, и весь контур с когерером уменьшал собственную резонансную частоту, на что Скобельцин не обратил внимания. Колебательные процессы воспроизводились электрофорной машиной. Во время лекционной демонстрации была осуществлена передача электромагнитных импульсов на расстояние около 40 м из соседнего здания, в то время — самая дальняя в России.

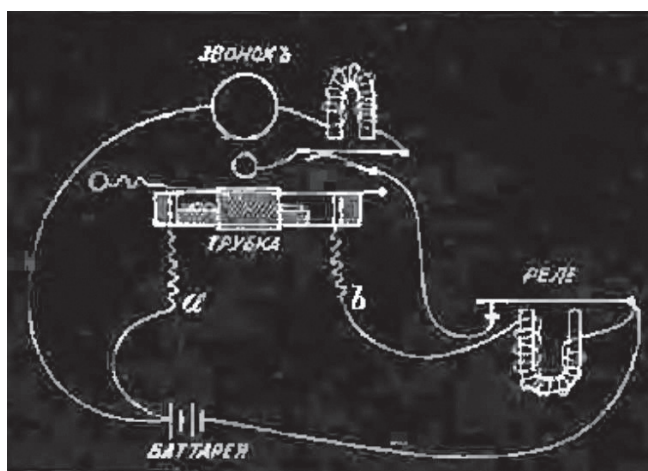


Схема приемника В. Скобельцина:  
a и b — проволочные сопротивления

Докладчик показал, что это расстояние можно увеличить, если к одной из проволок  $a$  и  $b$  присоединить кусок медной проволоки, протянув ее в воздух от прибора к штативу, изолированному от земли.

Если сопротивление  $a$  имело индуктивность  $L_1$ , сопротивление  $b$  — индуктивность  $L_2$ , индуктивность реле —  $L$ , то последовательный контур, включающий батарею, когерер и указанные индуктивности, имел по формуле Томсона резонансную частоту

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{(L_1 + L_2 + L)C}}.$$

Если индуктивности  $L_1$  и  $L_2$ , имеющие всего несколько витков в сумме много меньше  $L$ :  $(L_1 + L_2) < L$  (обмотка реле содержит, как правило, сотни витков), то ни о какой «селекции», как утверждает В. И. Шапкин [11] не может быть и речи, так как изменение  $\omega_p$  в формуле Томсона будет почти незаметным.

Поэтому выводы В. И. Шапкина о том, что у А. С. Попова — приемник электромагнитных колебаний, а у В. В. Скобельцина — радиоприемник, так как имеет свойства селективности — безграмотные в радиотехническом смысле выдумки, в которых легко может разобраться любой студент-радист, прослушав курс основ теории электрических цепей. И прежде чем ставить Скобельцина выше и раньше Попова, прочитать бы Шапкину название доклада Скобельцина. Кстати, сам Владимир Владимирович никогда в своей долгой жизни не претендовал и даже не упоминал о своей претензии на первенство в изобретении радио, отдавая приоритет А. С. Попову, с которым был лично знаком.

## 2.5. Кто же изобретатель радио?

Разработка радиосвязи в России производилась в интересах военно-морского флота, и этим, естественно, затруднялась публикация многого из того, что делалось. Получилось так, что литература, посвященная грозоотметчику, просто-напросто заслонила своим количеством все другие сведения о работах А. С. Попова в области радио. Кроме того, морское ведомство запрещало А. С. Попову публикации по его изобретению, считая их «закрытыми».

Вскоре, однако, оказалось излишним оставлять в тайне изобретение русского ученого. В июне того же года итальянец Маркони подал в Англии патентную заявку на аналогичное изобретение, а осенью 1896 года в прессе начали появляться первые рекламные сообщения о нем. Лишь в следующем 1897 году была опубликована схема Маркони. Попову, который взял на себя огромный труд по радиофикации флота, пришлось часто отрываться от своих основных занятий и неоднократно выступать устно и в печати в защиту своих прав. Он не был одинок. В русских общественных кругах, среди деятелей флота и на страницах мировой научной литературы он находил не только признание, но и нередко действенную поддержку. Притязания Маркони на приоритет вызвали возмущение и негодование не только в нашей стране, но и за ее пределами.

Интересно, что по поводу приоритета в изобретении радио пишет В. Д. Меркулов [12], взявший на себя труд съездить в Англию и провести доскональное исследование вопроса об авторстве Маркони в изобретении радио. Обратил автор внимание и на отдельные работы, излагающие свое видение преимущественной роли Маркони в становлении и развитии телеграфии без проводов в конце XIX века. С большим интересом прочитал В. Д. Меркулов в Интернете множество зарубежных англоязычных (английских и американских) статей, посвященных рождению радиотелеграфии. Некоторые из них, например, отдают должное Попову в проведении первых сеансов связи с генераторами часто повторяющихся импульсных сигналов, однако все-таки не соглашаются с его приоритетом по отношению к Маркони.

В подавляющем же большинстве материалов (неподдающихся исчислению) и вовсе утверждается, что Маркони приступил к проведению опытов по передаче и приему электромагнитных возмущений в 1894 г, т. е. на год раньше публичного выступления Попова на известном заседании РФХО, причем завуалированно подсказывается, что именно тогда и было изобретено радио. Все это показалось автору чрезвычайно интересным. Естественно, захотелось взглянуть на документы, было решено посмотреть их. И тут выяснилось, что все, касающееся Попова, — правда, официальные бумаги есть. Что же касается Маркони? Не существует никаких документов, подтверждающих хоть какие-нибудь работы по беспроводной телеграфии, выполненные им в 1894–1895 гг. Нельзя же серьезно относиться, например, к мемуарам не знавшего грамоты садовника семьи Маркони, пересказанным письменно его сыном, или дочери Маркони, родившейся в 1908 г.

Сам Маркони в ответном выступлении при вручении ему Нобелевской премии по физике в 1909 г. заявил, что «регулярно никогда не занимался физикой и электротехникой. У себя дома в Италии, близ Болоньи (в родовом поместье), стал проводить исследования и опыты по беспроводной передаче телеграфных знаков и символов посредством Герцевских волн лишь в начале 1895 г. ». Однако и это заявление не может служить фактологическим подтверждением. В то время Маркони шел лишь 21-й год и он не имел даже средне-технического образования, документ обращения Маркони к беспроводной телеграфии появился только 2 июня 1896 г. (на 13 месяцев позже официального выступления Попова в РФХО!). Это была легендарная предварительная заявка (ПЗ) на изобретение (патент) в Британское патентное бюро (БПБ) под № 12039. Историкам изобретений известно немало случаев одновременного проведения исследовательских работ в отдаленных друг от друга странах, и разница в 13 месяцев считается существенной. Однако зарубежные популяризаторы ранней истории беспроволочной связи все-таки сходятся во мнении, что основополагающее техническое решение по радиотелеграфии, схемы приемно-передающей аппаратуры показаны Маркони в ПЗ № 12039, а не Поповым на упомянутом историческом заседании РФХО.

За прошедшие более чем 100 лет в защиту приоритета британского изобретения исписаны десятки тысяч текстовых и иллюстративных страниц. Юмор, фарс

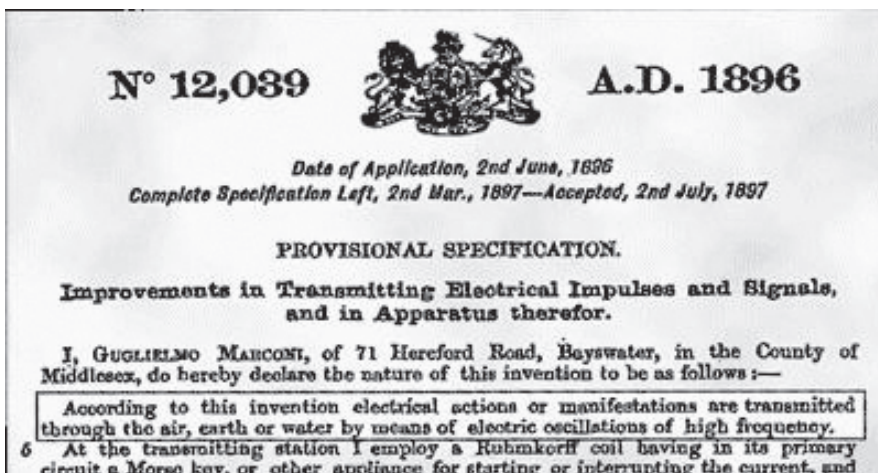


и трагедия ситуации заключаются в том, что никто из ходатайствующих за Маркони авторов никогда даже не видел полного текста ПЗ № 12039. В. Д. Меркулов убедился в этом, когда сам решил с ней познакомиться, — ее нигде не было. Она никогда не публиковалась в открытой печати, с нее не снимали копии для музеев, общедоступных архивов и др.

Тогда автор решил сделать запрос в БПБ. Оттуда пришло удивительное сообщение — «в анналах бюро патентов предварительная заявка за № 12039 не хранится, за давностью времени и ненужностью она в свое время была уничтожена». После многократных письменных обращений и разговоров по телефону удалось все-таки проследить жизненный путь этой ПЗ. Через непродолжительное время после подачи, положительного решения и последующей выдачи по ней патента, она была изъята из БПБ и передана на хранение самому Маркони.

В 2004 г. «MARCONI CORPORATION» рассекретила коллекцию Маркони. Образцы техники были переданы на хранение в Музей истории науки английского Оксфордского университета, письменные документы — в библиотеку этого учебного заведения. Сейчас с первой страницей ПЗ № 12039 может ознакомиться любой желающий в Интернете. Меркулову удалось получить полный текст этой ПЗ (за ощутимую сумму денег).

Документ включает в себя два листа стандартного размера (формата А4), исписанных печатным шрифтом с одной стороны, и конверт, куда их вкладывают. Самым большим «откровением» документа оказалось то, что он не содержит иллюстративного материала. Заявитель не поместил в него ни схемы, ни диаграммы, ни чертежей устройств. Спрашивается, о каком превосходстве, например, радиотелеграфного приемника Маркони, можно вести речь, если даже по прошествии 13 месяцев после выступления Попова в РФХО схема приемного устройства Маркони не была обнаружена.



Фрагмент титульного листа предварительной заявки на изобретение, поданной Г. Маркони в Британское патентное бюро 2 июня 1896 г.

Наименование предложенного на экспертизу изобретения «Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и в аппаратуре для этого». Великое множество популяризаторов творчества Маркони восторженно приняли текст этого заголовка. Однако термин «усовершенствование» сразу же настаивает, из него вытекает, что автор предлагает не что-нибудь новое, а лишь усовершенствования чего-то уже известного. Перечисление «усовершенствований» начинается сразу же в первом абзаце титульного листа (фрагмент его показан на рисунке) после представления формальных сведений об авторе: «Соответствующие этому изобретению электрические действия или проявления передаются через воздух, землю, воду путем электрических колебаний высокой частоты» (фраза выделена автором в рамку). Поместив это утверждение в официальный документ, заявитель «прокололся по-крупному». Сказанное означает, что ко времени подачи заявки претендент на изобретение радио не был знаком с ранее выполненными теоретическими и практическими работами Г. Герца и Н. Теслы и сам не проводил практических экспериментальных работ. Если бы он их провел, то быстро убедился бы, что электрические колебания высокой частоты (электромагнитные колебания — ЭМК) сквозь землю и воду не проходят.

К другим основным «усовершенствованиям» относятся предложения: сделать герметичной стеклянную трубку-детектор с металлическими опилками, а также по известному ему уже тогда методу Попова автоматически встряхивать трубку после прохождения по детектору полезного сигнала. К трубке с обоих концов предлагается присоединить металлические пластины «подходящей длины, чтобы вызвать электрический резонанс в унисон с электрическими колебаниями передатчика».

Следует указать, что в ПЗ отсутствуют пояснения по внешнему улавливателю ЭМК, термин «антенна» отсутствует. Под пластинами «подходящей длины», скорее всего, подразумевается плоскостная антенна, известная по экспериментам Герца. Нужно признать также, что ПЗ, помимо весьма ограниченного технического описания, «грешит» еще весьма алогичным изложением материала, с трудом постигаемого даже с учетом многозначности многих английских слов. ПЗ больше похожа на набор тезисов или заявление о намерениях.

Сформулированное вначале нелепое и голословное утверждение повторено еще раз в конце текста. В предпоследнем абзаце сказано о том, что не проверялось практически и чего в реальности не существует: «Когда передачи идут через землю или воду, я присоединяю один конец трубки или контакта (*прим. Меркулова — имеется ввиду детектора*) к земле, а другие концы к предпочтительно похожим друг на друга изолированным земли проводникам или пластинам в воздухе».

В феврале 1896 г. Маркони, имея «секретную» схему и коробку с деталями, отбыл в Лондон, где по родственным каналам был представлен аристократу голубых кровей главному инженеру телеграфа Великобритании В. Прису. Своей

настойчивостью, целеустремленностью и деловой хваткой Маркони произвел на Приса самое выгодное впечатление. Начиная с февраля 1896 г. Прис содействовал технической проверке и доработке приемно-передающей аппаратуры, помогал Маркони в составлении первой в его жизни заявки. По тексту ПЗ «проступают» отдельные рационализаторские «телеграфные» предложения, например, по искрогашению контактов реле шунтирующими резисторами и др. Однако, как уже сказано, не все получилось гладко.

Прис находился в хороших научно-технических и приятельских отношениях с известным английским физиком О. Д. Лоджем. Знаменитый немецкий физик Г. Герц работами, проведенными в 1880-х годах, экспериментально доказал распространение ЭМК в пустом пространстве со скоростью света. После этого Лоджем было показано распространение ЭМК в проводниках с той же скоростью. Свои соображения о прохождении ЭМК по проводникам и другим физическим средам Лодж до конца не проверил. Можно предположить, что и он, и Прис полагали, что если ЭМК, как и электрический ток, с одинаковой скоростью «бегут» по металлическим проводам, то ЭМК также побегут и в других средах, в том числе в толще земли и воды. Проходимость ЭМК сквозь землю и воду Прис надеялся использовать для связи с угольными шахтами и подводными лодками. Весьма возможно, именно поэтому по рекомендации Приса Маркони и вписал в представленный первый абзац ПЗ ошибочное положение о способности ЭМК проникать через землю и воду и повторил в конце.

Попутно следует заметить, что к тому времени, когда Маркони сочинял заявку, Лоджем для стеклянной трубки-детектора с металлическими опилками был придуман термин «когерер», утвердившийся в дальнейшем. Однако по соображениям патентной чистоты и вероятных претензий Лоджа этот термин по распоряжению Приса не был использован Маркони.

Было решено пригласить представителей армии и флота на смотр новой техники связи. Испытания проходили 2 сентября 1896 г. в местечке Солсбери под Лондоном при большой аудитории. Известно, что передатчик состоял из катушки Г. Румкорфа, соединенной с разрядником, аналогичным разработанному Риги в Болонье. Показаны были несколько модификаций приборов: передающие устройства с антеннами из длинного провода и в виде параболического рефлектора, приемники с печатающим механизмом (ПМ) и антеннами в виде длинного провода и параболического рефлектора 61×81×30 см, но без ПМ. Ни в одном из приемников не были применены указанные в тексте ПЗ плоские металлические пластины, присоединенные к трубке-детектору. Результаты испытаний разочаровали военных. С трехметровой наружной антенной приемники могли ловить сигналы на расстоянии менее 0,5 км, что потенциальных заказчиков никак не удовлетворило. Передатчик и приемник с параболическими рефлекторами показали дальность 2,5 км, но представителей флота тоже не устроили, поскольку рефлекторы требовали ориентирования друг на друга, что на плывущем судне обеспечить почти невозможно. По этой

причине в дальнейшем рефлекторные антенны применяли только на суше для стационарных объектов.

Следующая встреча с военными проходила в марте 1897 г. также в Солсбери. Происшедшее там стало известно корреспондентам некоторых газет, назвавшим событие «аттракционом». Антенна приемника длиной 40 м была поднята на высоту газовым баллоном («минивоздушным шаром»). Однако дальность приема все равно не превысила 5 км. Приемно-передающие устройства с рефлекторами в испытаниях не участвовали. В практическую возможность эксплуатации техники нового вида связи военные опять же не поверили.

В дневнике Кемпа (помощника Маркони, назначенного Присом), который он начал вести с июля 1896 г, записано, что по предложению Приса 12 декабря 1896 г в конференц-зале Лондонского филантропического образовательного института, расположенного в восточной части города, состоялось первое официальное публичное представление беспроводной телеграфии. Интересующиеся современными достижениями немногочисленные представители научной интеллигенции и прессы увидели закрытые черные ящики, с которыми расхаживали Прис на сцене и Маркони в зале. При нажатии Присом телеграфного ключа у Маркони срабатывал расположенный наверху корпуса звонок, демонстрации произвели сильное впечатление. Публике понравилась манера поведения Маркони. На другой день в газетах появились похвальные статьи, впервые упоминавшие Маркони в широкой прессе. Фонды *MARCONI CORPORATION* не располагают копиями статей-откликов на событие, происшедшее в конце 1896 г.

Во всех первых демонстрациях беспроводной приемно-передающей аппаратуры с лекциями и разъяснениями выступал Прис. Не делалось никаких сообщений о поданной заявке на патент и проводимой самим Присом ее экспертизе по поручению БПБ. Маркони представлялся присутствующим всего лишь подающим надежды ассистентом, молчаливо выполняющим распоряжения Приса.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, повторив, что в ПЗ № 12039 не даны схемы и чертежи аппаратуры, текстовая часть «грешит» несуразницей, редкой для такого рода официальных описаний, не содержит связного и понятного изложения работы приемника, вокруг схемы и конструкции которого, собственно, и идут споры вот уже более 100 лет. На всех сеансах связи, проведенных Присом и Маркони в 1896 г, существо изобретения не раскрывалось, схемы устройств также не довелось видеть никому. Однако некие конкретные передатчики и приемники были. Возможно, что и те самые из «коллекции Маркони», датированные 1896 г, ныне хранящиеся в музее Оксфордского университета. Но доверять этому полностью не следует. Они не снабжены документами, показывающими привязку их к 1896 г, и более похожи на аппараты, изготовленные в последующие годы. На основании изложенного можно судить, что по прошествии 20 месяцев после выступления Попова на заседании РФХО у Приса и Маркони еще не было «изобретения радио».

В Русском физико-химическом обществе, где в 1897 году также разбирался вопрос о приоритете А. С. Попова по отношению к Г. Маркони, было

.....

внесено предложение, «... чтобы привилегия на новый способ не выдавалась бы в России Маркони или другому иностранцу». На этом основании Г. Маркони патента в России не получил. При каких обстоятельствах Г. Маркони было отказано в патенте в Германии, красочно рассказывает ставший впоследствии одним из крупнейших русских электротехников Б. И. Угримов, бывший в 1898 году практикантом профессора А. Слаби в Высшей технической школе в Берлине.

В 1899 году А. Слаби и его ассистент Г. Арко начали дальнейшие исследования процесса сигнализации без проводов, учитывая громадное значение его для флота. Как раз в это время немецкий адмирал А. Тирпиц (1849–1930 гг.), один из наиболее реакционных и агрессивных представителей германского империализма, выдвинул идею постройки Германией большого военно-морского флота. «Однажды, — вспоминает Б. И. Угримов, — проф. Слаби вызвал меня к себе и спросил, что я знаю про опыты русского профессора А. С. Попова. В то время мои знания об опытах А. С. Попова ограничивались лишь краткими сообщениями в русских газетах, о чем я и сообщил Слаби. Он чрезвычайно заинтересовался и этими скромными сведениями и поручил мне собрать всю русскую литературу о работах А. С. Попова и перевести ее для него на немецкий язык. Зная, что А. С. Попов преподает в Кронштадтских минных классах, я написал ему письмо с просьбою выслать мне все, что опубликовано по его работам. В скором времени А. С. Попов выслал мне довольно толстую бандероль со своими докладами по регистрации грозových разрядов и другими, читанными в публичных собраниях Русского Физико-химического общества и других открытых собраниях.

Быстро я перевел весь присланный материал на немецкий язык и представил его вместе с присланными брошюрами А. С. Попова профессору Слаби. Профессор при мне тут же все прочел и тогда открыл мне, что он состоит членом германского патентного управления, куда итальянец Маркони, работающий в настоящее время в Англии, обратился с просьбой выслать ему патент на беспроводный телеграф — «радиотелеграф». Далее Слаби сказал, что на основании сообщенных мною сведений о работах А. С. Попова совершенно ясно, что пальма первенства изобретения радиотелеграфа, несомненно, принадлежит по времени А. С. Попову, как явствует из дат обнародования изобретений того и другого в прессе. На основании этих данных, — сообщил далее профессор Слаби, — германский патент на изобретение Маркони радиотелеграфа выдан быть не может. Эту приятную новость я сообщил в длинном письме А. С. Попову в Кронштадте, на что получил весьма теплое ответное письмо с выражением признательности и благодарности за защиту русского изобретения на немецкой территории».

Как могли быть встречены во Франции патентные притязания фирмы «Маркони», легко представить себе по многочисленным публикациям Э. Дюкрете, пропагандировавшем работы А. С. Попова, и их — Попова и Декрете —



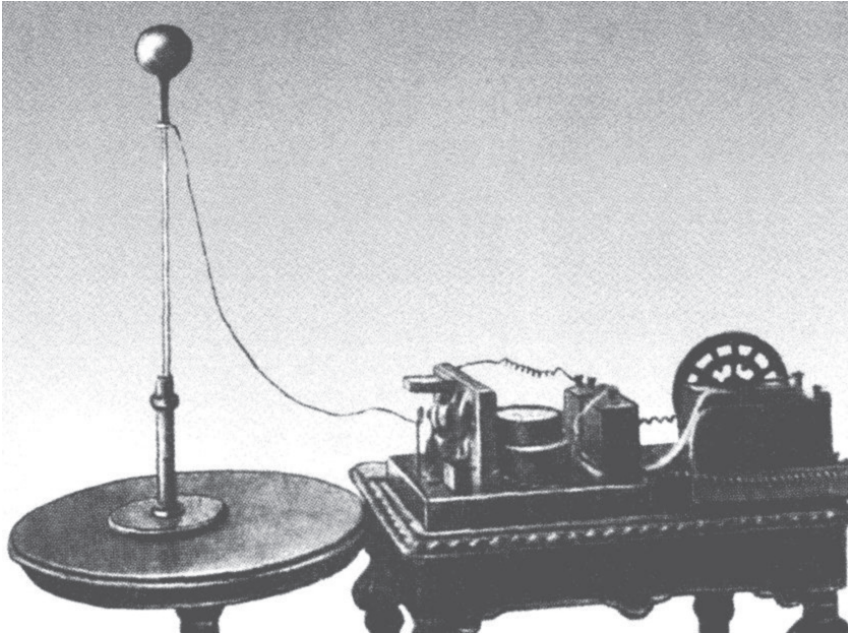
совместному сотрудничеству в фирме «Дюкрете и К». Здесь Г. Маркони патента на свои систему связи без проводов также не получил.

В США попытки Г. Маркони запатентовать в качестве предложения разработанную им систему связи без проводов также успеха не имели. Пока речь шла о сравнимых системах связи А. С. Попова и Г. Маркони, естественно, что американские предприниматели считали, что пользуются системой А. С. Попова, так как последняя была хорошо известна, а запатентована не была. Больше того, некоторые предприятия стремились даже установить личные контакты с изобретателем радио, и с этой целью их представители даже приезжали в Петербург. Об одном таком случае, например, сообщает газета «Северная Америка», издававшаяся в начале нашего века в Филадельфии.

В номере этой газеты от 11 сентября 1901 года была помещена корреспонденция, озаглавленная «Сообщения, передаваемые на 260 миль по системе беспроволочного телеграфа Попова, усовершенствованной Генри Шумейкером из Филадельфии». Кроме портрета А. С. Попова в газете были даны два фотоснимка его приборов: один — в виде отдельно изображенного приемника и другой — в виде того же приемника с подключенной антенной и с телеграфным аппаратом.

Уже давным-давно утихли патентные споры вокруг технических методов первоначальной реализации самой идеи связи без проводов. За долгие годы своего существования техника радиосвязи коренным образом изменилась, и сейчас возвращение к этой теме имеет лишь чисто познавательное значение. А вот вопросы приоритета в изобретении радиосвязи нет-нет да и всплывают на поверхность нашей современности, приобретая иной раз окраску идеологической борьбы. В 1947 году итальянские правительственные круги решили отпраздновать 50-летие со дня изобретения радио в противовес тому юбилею, который был отмечен СССР и прогрессивными людьми всего мира в 1945 г. В 1962 г. отдельные американские авторы, вероятно, подогреваемые принципами «холодной войны», пытались доказать, что А. С. Попов известен лишь своим «грозоотметчиком», а признание его изобретателем радиосвязи является ничем иным, как «агрессией Советского Союза в сфере научных и технических достижений».

И не только американские. В 2005 г. вышла в свет книга В. И. Шапкина «Радио. Открытие и изобретение» [11], в которой через 110 лет после появления первой системы радиосвязи снова с якобы неоспоримой аргументацией доказывается приоритет Маркони, как изобретателя радио и Крукса, как первооткрывателя радио. Но Крукс на самом деле ничего не открывал, а только лишь позволил себе некоторые, правда гениальные, гипотезы — предсказания о том, что такое радио и каким оно должно быть в структурном плане. Но ведь гипотезы и открытие — это вещи разные! Он ведь много предсказывал и по поводу передачи и приема мыслей на расстоянии, правда, безрезультатно.



Приемник А. С. Попова с подключенной антенной  
и телеграфным аппаратом

А по поводу изобретения радио Шапкин вообще представил А. С. Попова как недоучку, не имеющего не только докторской, а и магистерской степени. Поставил его помощника в Минных Офицерских Классах (по теперешним понятиям зав. лабораторией) П. Н. Рыбкина не только соавтором изобретения радио, но и выше, назвав труд Попова изобретением Попова — Рыбкина, хотя Рыбкин всего лишь помогал собирать устройство по нарисованной Поповым схеме! Назвал «квасными патриотами», переместившими проблему приоритета из исторической науки в «националистическую практику» А. И. Берга, М. И. Радовского, И. В. Бренева (кстати, назвав его, прослужившего всю жизнь на флоте полковником ВМФ) и многих других, а вернее всех других, думающих иначе.

В 1907 году вышла в свет книга «Научные основания беспроволочной телеграфии» А. А. Петровского, преемника А. С. Попова по Минному офицерскому классу и одного из виднейших пропагандистов его дела. Автор, на глазах у которого протекала деятельность Попова, убедительно показал, кому принадлежит честь изобретения нового средства связи. «По всей вероятности, — писал Петровский, — немало лиц занялись усовершенствованием технических приспособлений, которые позволили бы использовать явление электромагнитных волн для целей сигнализации на значительных расстояниях. И Россия должна гордиться тем, что первый, кому удалось это осуществить, был одним из ее сынов. Именно 7 мая 1895 г. на заседании физического отделения Русского физико-хи-

мического общества было заслушано сообщение А. С. Попова, во время которого он изложил устройство и продемонстрировал действие изобретенной им комбинации приборов для приема электромагнитных импульсов».

Итак, принимая во внимание выше изложенное, в Италии изобретателем радио считается Маркони, в США Тесла, во Франции Бранли, в Германии Герц, в Великобритании Лодж, в России Попов.

На самом же деле для нас и людей грядущих поколений научный подвиг А. С. Попова служит ярким и достойным подражания примером в борьбе за прогресс, за утверждение нового, т. е. созвучен тем идеям и настроениям, которые пронизывают всю нашу современность.

## 2.6. Радиоприемник, переживший века



П. Н. Рыбкин

В экспериментах на Балтийском флоте для приема сигналов использовался радиоприемник с электромагнитным реле, которое предназначалось для включения телеграфного аппарата. К радиоприемнику подключалась антенна, находившаяся на высоте 14 м. Однажды во время проведения экспериментов исчез прием сигналов на телеграфный аппарат. Экспериментаторы П. Н. Рыбкин и Н. Н. Георгиевский решили, что это связано с малой мощностью приходящего сигнала. На это указывало и то, что молоточек, встряхивающий когерер, бездействовал, оставаясь не подвижным, хотя радиосигналы передавались с соседнего форта. Тогда П. Н. Рыбкин, пытаясь установить возможные неисправности радиоприемника, предположил, что возникшая неисправность может быть связана с поломкой нового электромагнитного реле, включенного на выходе приемника. Недолго думая, он подключил наушники вместо реле и ... отчетливо услышал телеграфные сигналы, посылаемые с форта «Константин». Прием азбуки Морзе на слух означал, что когерер работает в режиме амплитудно-линейного детектирования без процесса встряхивания металлического порошка. Немедленно была послана телеграмма А. С. Попову, который в этот момент времени был в Швейцарии, с текстом: «Открыто новое свойство когерера».

14 июня 1988 года А. С. Попов возвратился в Кронштадт и в течение месяца занимался исследованием эффекта детектирования когерера. Результатом этой работы стала разработка схемы радиоприемника с использованием эффекта детектирования когерера и изготовление на ее основе реальной конструкции.

Первый в мире слуховой радиоприемник был назван изобретателем «Телефонный приемник депеш». Слуховой приемник имел чувствительность в несколько раз большую, чем радиоприемник с обычным когерером. А. С. Поповым было разработано несколько схем детекторных радиоприемников. Заложенные в них технические решения до сих пор используются при создании различных типов радиоприемников, в том числе и детекторных. Так, для повышения избирательности приема была применена индуктивная связь антенны с контурной катушкой, а для увеличения громкости звука — включение телефонов через низкочастотный трансформатор.

14 июля 1899 г. А. С. Попов подал в Комитет по техническим делам при Департаменте торговли и мануфактур России прошение о выдаче ему патента на разработанный детекторный радиоприемник с наушниками. К заявке было приложено описание приемника, чертежи схем.

Через некоторое время, не дожидаясь официальной выдачи автору патента на изобретение, фирма «Дюкрете» в Париже наладила производство телефонных приемников конструкции А. С. Попова.

Процедура выдачи отечественного патента затянулась на целых 2 года. За это время ученому удалось запатентовать свое изобретение в Англии и Франции. Английский патент № 2797 от 7 апреля 1900 г. был выдан на «усовершенствование когереров для телефонной сигнализации». Интересно, что английское патентное бюро рассмотрело заявку в рекордно короткий срок — менее чем за 2 месяца. Патентование за границей принесло ученому определенный доход, а после его кончины семья получала дивиденды от этого изобретения. Только 30 ноября 1901 года ученый получил, наконец, русский патент — «привилегию № 606 на приемник депеш, посылаемых с помощью электромагнитных волн». Открытие слухового приема позволило России занять ведущие позиции в мировой радиотехнике, а день выдачи русского патента на это изобретение можно считать днем рождения детекторного приемника.

Результаты исследований по беспроволочной телеграфии с применением слухового детекторного приемника были доложены А. С. Поповым на Международном электротехническом конгрессе в Париже 8 августа 1900 года и получили общее научное признание.

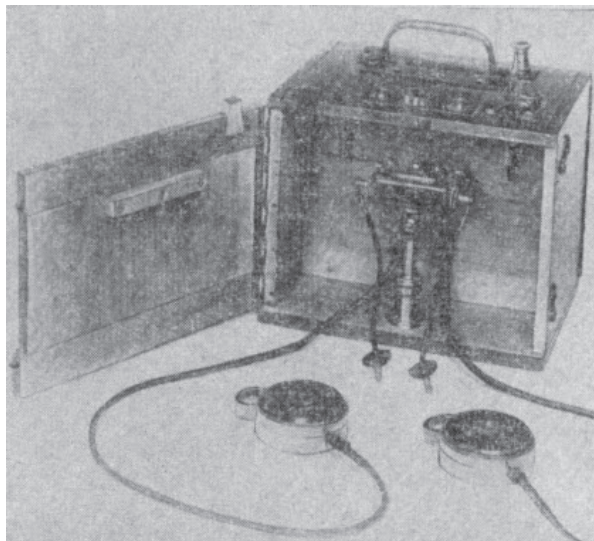
А. С. Попов не остановился на достигнутых результатах и продолжал совершенствовать конструкцию слухового детекторного радиоприемника. Все в том же 1900 году ему удалось создать первый твердотельный детектор, пригодный для практических целей. Он представлял собой кристаллический точеный диод с контактом стальных иголок и угольных шайб. Конструктивно кристаллический де-



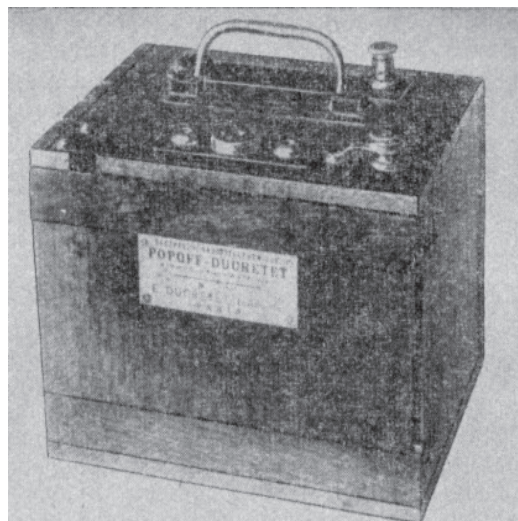
Н. Н. Георгиевский



тектор А. С. Попова был выполнен в виде эбонитового цилиндрического корпуса с навинчивающимися на его основание двумя крышками, внутри которых находились угольные диски. Между шайбами параллельно большей оси корпуса располагались поджатые крышками стальные иголки, имеющие заострение с обоих концов. Кристаллический диод был успешно применен А. С. Поповым в детекторном телефонном радиоприемнике.



«Телефонный» приемник А. С. Попова обр. 1899 г. изготовления фирмы Э. Дюкрете



«Телефонный» приемник А. С. Попова обр. 1899 г. изготовления фирмы Э. Дюкрете  
с надписью «Попов — Дюкрете»



Радиоприемники с кристаллическим детектором получили вначале широкое распространение в армии, а с появлением в 20 годы XX века сети ширококвещательных радиостанций — и в быту. Детекторный приемник с кристаллическим детектором и наушниками был долгое время самым распространенным радиоприемным устройством благодаря своей простоте и дешевизне. В настоящее время интерес к конструированию детекторных радиоприемников для приема радиовещательных станций активно поддерживается радиолюбителями, которым удается получить громкоговорящий прием радиопрограмм без источника постоянного тока и при минимуме радиодеталей в схеме.

**А**лександр Степанович Попов прожил короткую, но удивительную жизнь ученого, изобретателя, подарив миру свое великое изобретение — радио. В течение последних 10 лет своей жизни он постоянно совершенствовал свое изобретение, внедрив более 10 усовершенствований в аппаратуру, выпускаемую российскими и зарубежными фирмами и предприятиями.

Друзья и коллеги отмечают его исключительно бережное отношение к авторству других, что не позволило ему ни разу присвоить чье-либо изобретение или использовать его в своих работах без ссылки на автора. Вовсе не «непрактичность и нерасторопность» не позволили своевременно запатентовать Попову изобретение беспроводного телеграфа. Дело в том, что он совершенно искренне считал, что использовав известные к тому времени электрический звонок, когерер, антенну, катушку Румкорфа и соединив все это в единую работоспособную схему, он не изобрел ничего нового, постоянно в разговорах на эту тему подчеркивая основополагающую роль Генриха Герца, с повторения опытов которого Попов и подошел к своему изобретению.

Другой огромной заслугой А. С. Попова, не меньшей, чем изобретение радио, является организация радиотехнического образования в России. При жизни Попова учебные курсы по радиотелеграфу стали изучаться в пяти высших учебных заведениях России: Минном офицерском классе, Техническом училище Морского ведомства в Кронштадте, Электротехническом и политехническом институтах и Институте инженеров путей сообщения в Петербурге. Начав ассистентом в 1883 г., Попов закончил свою преподавательскую деятельность профессором кафедры физики Электротехнического института, отдав педагогической работе 23 года своей жизни — то есть практически все время, отпущенное ему судьбой для жизни.

Известно, что Попова приглашали переехать для работы в Америку, предлагая для свертывания работ в России и организации работ на новом месте практически неограниченные финансовые средства. Сейчас, в наше время, когда не сотни, а тысячи ученых, получив образование и практический опыт в России, уезжают

за границу, увозя туда свои знания и научный багаж, не каждый поймет ответ Попова на приглашение уехать: «Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения имею право отдать только моей родине».

Если в свое время А. С. Попову, чтобы получить высшее образование, нужно было ехать в Петербург за тысячами километров от родного дома, то в наше время земляки его могут это сделать на своей родине — на Урале. И поможет получить специальность радиоинженера радиотехнический институт ИРИТ-РТФ УрФУ. Успехи, достигнутые коллективом преподавателей и инженеров-исследователей радиотехнического института в деле развития радиотехнической инженерной подготовки, свидетельствуют о его зрелости. Новые достижения работников российской радиоэлектроники, в том числе и научно-педагогического коллектива нашего института, в подготовке специалистов, новые достижения студентов на пути овладения своей специальностью будут лучшим памятником великому ученому, изобретателю радио Александру Степановичу Попову.

Генрих Рудольф Герц умер в 1894 году в возрасте 37 лет. Но даже за такую короткую жизнь он сделал очень много. Он впервые получил и исследовал явление фотоэффекта. Его именем названа единица частоты — герц. Это одно колебание в секунду. Введенная им при расчете электромагнитных полей специальная векторная величина получила название «вектор Герца» и используется при расчетах излучающих систем до сих пор. А «волны Герца», получившие впоследствии название радиоволн, являются одной из важных составляющих жизни современного человечества.

Наш соотечественник А. С. Попов, повторяя опыты Герца, демонстрируя их в течение трех лет интересующейся публике сначала в Кронштадте, где он работал, а затем в Санкт-Петербурге, постепенно пришел к мысли о практическом использовании «волн Герца». Сначала в устройстве сигнализации без проводов, а затем в устройстве передачи информации А. С. Попов использовал изобретенный им чувствительный индикатор, реагирующий на «волны Герца» — первый радиоприемник.

## Основные даты жизни и деятельности А.С. Попова

---

**1859, 16 марта** — родился в поселке Турьинские рудники (ныне город Краснотурьинск) на Северном Урале в семье священника Стефана Петровича Попова и его супруги Анны Стефановны.

**1868** — уехал в г. Долматово учиться в духовном училище.

**1873** — после окончания духовного училища поступил в Пермскую духовную семинарию.

**1877** — окончил 4 класса семинарии; за лето подготовился к экзамену на аттестат зрелости, сдал его и поступил в Санкт-Петербургский университет.

**1880** — участвовал в проведении Первой электротехнической выставки в Санкт-Петербурге.

**1882, 29 ноября** — защитил диссертацию «О принципах магнито- и динамоэлектрических машин постоянного тока» (диплом выдан 31 января 1883 г.).

**1883** — поступил преподавателем в Минный офицерский класс в г. Кронштадте. В сентябре — опубликовал первую научную статью «Условия наивыгоднейшего действия динамоэлектрической машины» в журнале «Электричество». В ноябре — женился на дочери адвоката Раисе Алексеевне Богдановой.

**1887, апрель** — избран членом Русского физико-химического общества (РФХО).

**1889** — знакомится с опытами Герца и начинает усовершенствовать аппаратуру для передачи радиосигналов.

**1890, март** — сделал сообщение «Об электрических колебаниях» с повторением опытов Герца в Морском музее в Санкт-Петербурге.

**1893, май** — вступил в Русское техническое общество.

В мае–июле — посетил Всемирную выставку в Чикаго, где познакомился с новейшими достижениями в электротехнике.

**1894, август** — познакомился с работой О. Лоджа по передаче сигналов азбуки Морзе с помощью рарироволн.

**1895, 7 мая** — сделал доклад на заседании РФХО с демонстрацией приема радиосигналов. С 1945 г. эта дата отмечается в России как День радио.

30 апреля — первое сообщение об изобретении Попова в газете «Кронштадтский вестник».

В июле — создание грозоотметчика — когерентного приемника для регистрации электромагнитных сигналов атмосферного происхождения.

**1896, январь** — вышла статья Попова в «Вестнике РФХО» с изложением сути его изобретения.

24 марта — на заседании РФХО продемонстрировал свое изобретение и осуществил передачу радиограммы на расстояние 250 м.

**1897** — смерть отца.

Осень — оборудовал первый в России рентгеновский кабинет в Николаевском военно-морском госпитале в г. Кронштадте.

**1898** — радиоприемник Попова установлен на кораблях Балтийского флота.

**1899, январь** — принял участие в спасении броненосца «Генерал — адмирал Апраксин» в финском заливе при помощи радиосвязи.

В апреле — посетил Париж, где сообщил о своем изобретении зарубежным ученым.

В август — провел опыты радиосвязи с воздушным шаром в Воздухоплавательном парке под Санкт-Петербургом.

Август–сентябрь — участвовал в испытании радиостанций французской фирмы Дюкрете на кораблях Черноморского флота.

**29 декабря** — сделал доклад «Телеграфирование без проводов» на Первом Всероссийском электротехническом съезде в Санкт-Петербурге.

**1900, 6 февраля** — введена в действие построенная под руководством А. С. Попова первая в мире линия радиосвязи между островами Гогланд и Кутсало в Фин-



ском заливе протяженностью более 45 км. Первая депеша, переданная на Гогланд, содержала приказ ледоколу «Ермак» выйти в море для спасения рыбаков, унесенных на льдине.

В августе — сделал доклад на IV Международном электротехническом конгрессе в Париже, где А. С. Попову были присуждены золотая медаль и диплом Всемирной выставки за аппаратуру для беспроволочного телеграфирования.

**1901** — покинул Кронштадт и стал профессором Электротехнического института.

30 ноября — получил российский патент на телефонный приемник (французский патент получен в январе 1900 г.).

**1902** — усилиями Попова в Кронштадте налажен выпуск первых русских радиостанций.

**1903, август** — принял участие в Первой Международной конференции по беспроволочному телеграфированию в Берлине.

Осень — разработал совместно с С. Я. Лифшицем радиотелефонную систему с использованием искрового передатчика и детекторного приемника.

**1904** — заключил соглашение с акционерным обществом русских электротехнических заводов «Сименс и Гальске» и немецкой фирмой «Телефункен» о производстве аппаратуры беспроволочного телеграфирования по системе Попова в Санкт-Петербурге.

**1905, 26 сентября** — избран директором Санкт-Петербургского электротехнического института.

**1906, 13 января** — скончался от кровоизлияния в мозг. Похоронен на Волковом кладбище в Санкт-Петербурге.

## Библиографический список

---

1. Берг А. И. Изобретатель радио А. С. Попов / А. И. Берг, М. И. Радовский. — М. : Госэнергоиздат, 1950. — 187 с.
2. Радовский М. И. Александр Степанович Попов / М. И. Радовский. — М. : Академия наук СССР, 1956. — 206 с.
3. Бренев И. В. Начало радиотехники в России / И. В. Бренев. — М. : Советское радио, 1970. — 256 с.
4. Изобретение радио. А. С. Попов : документы и материалы. — М. : Наука, 1966. — 284 с.
5. Зиновьев А. Л. Введение в специальность радиоинженера : учеб. пособие / А. Л. Зиновьев, Л. И. Филиппов. — М. : Высшая школа, 1980.
6. Лосев А. К. Введение в специальность «Радиотехника» : учеб. пособие / А. К. Лосев. — М. : Высшая школа, 1980.
7. Блохин А. В. Специальность — радиоинженер : учебное пособие / А. В. Блохин. — Свердловск : УПИ, 1989.
8. Блохин А. В. Изобретение радио и начало радиотехники : учеб. пособие / А. В. Блохин. — Екатеринбург : ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2009. — 96 с.
9. Горохов В. Г. Становление радиотехнической теории : от открытия к практике. На примере технических следствий из открытия Г. Герца / В. Г. Горохов // Институт философии РАН. Вопросы истории, естествознания и техники, 2006, № 2. — С. 49–62.
10. Блохин А. В. У истоков изобретения радио : учеб. пособие / А. В. Блохин. — Екатеринбург : УрФУ, 2013. — 79 с.
11. Шапкин В. И. Радио : открытие и изобретение / В. И. Шапкин. — М. : ДМК ПРЕСС, 2005. — 190 с.
12. Меркулов В. Д. Какое радио изобретал Маркони / В. Д. Меркулов // Радио. — 2007, № 6, 7.

# Оглавление

---

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. Технические возможности: устройства и приборы	
предшественников радио, имена и даты .....	10
1.1. Питер ван Мушенбрук. Лейденская банка .....	10
1.2. Бенджамин Франклин. Молниеотвод .....	11
1.3. Георг Вильгельм Рихман. Исследования атмосферного электричества .....	12
1.4. Луиджи Гальвани. Теория «животного электричества» .....	14
1.5. Алессандро Вольта. Вольтов столб .....	15
1.6. Ханс Кристиан Эрстед. Связь электрических и магнитных явлений .....	17
1.7. Майкл Фарадей. Электромагнитная индукция .....	17
1.8. Павел Львович Шиллинг. Первый электромагнитный телеграф .....	18
1.9. Борис Семенович Якоби. Телеграфный аппарат, печатающий буквы .....	19
1.10. Джозеф Генри. Электромагнитное реле .....	20
1.11. Сэмюэль Финли Бриз Морзе. Электромагнитный пишущий аппарат и код Морзе .....	21
1.12. Генрих Даниэль Румкорф. Катушка Румкорфа .....	21
1.13. Махлон Лумис. Первая в истории радиопередача .....	22
1.14. Элиу Томсон. Формула Томсона. Беспроводная передача и прием сигналов .....	23
1.15. Дэвид Эдвард Хьюз. Буквопечатающий телеграфный аппарат. Микрофон .....	23
1.16. Амос Эмерсон Долбер. Беспроводной телеграф. Передача речи по эфиру .....	24

1.17. Томас Альва Эдисон. Переносной приемник электромагнитных колебаний .....	24
1.18. Джеймс Клерк Максвелл. Предсказание электромагнитных волн .....	26
1.19. Эдуард Бранли. Когерер .....	27
1.20. Вильям Джозеф Крукс. Гипотетическая классификация составляющих устройств передачи и приема информации в радио .....	29
1.21. Оливер Джозеф Лодж. Прибор для регистрации приема электромагнитных волн .....	31
1.22. Никола Тесла. Первый в мире радиопередатчик .....	33
1.23. Генрих Рудольф Герц. Открытие «волн Герца» .....	37
1.23.1. Начало работ Герца в области электромагнитных волн .....	40
1.23.2. Вибратор и резонатор Герца .....	45
 ГЛАВА 2. Изобретение радио .....	 50
2.1. Интерес к опытам Герца .....	50
2.2. Изобретение радиосвязи А. С. Поповым .....	55
2.2.1. Краткие сведения об изобретателе радио А. С. Попове .....	55
2.2.2. Беспроволочный телеграф. Доклад 7 мая 1895 года .....	69
2.2.3. Грозоотметчик и метеорология .....	75
2.3. Гульельмо Маркони. Патент Маркони .....	76
2.3.1. Джиггерный радиоприемник .....	82
2.4. Владимир Владимирович Скобеледин. Усовершенствование приемника А. С. Попова .....	83
2.5. Кто же изобретатель радио? .....	85
2.6. Радиоприемник, переживший века .....	94
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	 98
 ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ А. С. ПОПОВА .....	 100
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	 103

*Учебное пособие*

**Блохин** Анатолий Васильевич

## **У ИСТОКОВ ИЗОБРЕТЕНИЯ РАДИО**

Редактор *О. В. Климова*  
Корректор *А. А. Загоруйко*  
Верстка *Е. В. Ровнушкиной*



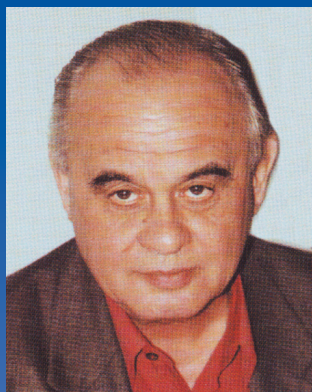
Подписано в печать 03.03.2016. Формат 60×90 1/16. Гарнитура *Minion Pro*.  
Бумага писчая. Цифровая печать. Усл. печ. л. 8,7.  
Уч.-изд. л. 7,16. Тираж 100 экз. Заказ 51.

Издательство Уральского университета  
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620049, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 5  
Тел.: 8 (343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41  
E-mail: [rio@urfu.ru](mailto:rio@urfu.ru)

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ  
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4  
Тел.: 8 (343) 350-56-64, 350-90-13  
Факс: 8 (343) 358-93-06  
E-mail: [press-urfu@mail.ru](mailto:press-urfu@mail.ru)

*Для заметок*





## **БЛОХИН АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ**

Профессор кафедры теоретических основ радиотехники Уральского федерального университета.

Автор 17 публикаций (статьи и монографии), посвященных изобретателю радио А. С. Попову.

Область научных интересов – аппаратурный анализ вероятностных характеристик случайных процессов.